

Таблица 2.1

Рекомендуемая шкала баллов значимости S для FMEA конструкции

| Влияние | Критерий влияния | Оценка |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Катастрофическое. неожидаемое | Очень высокая опасность, вызванная тем, что потенциальный дефект внезапно влияет на безопасность и/или приводит к несоответствию с требованиями | 10 |
| Катастрофическое. ожидаемое | Очень высокая опасность, вызванная тем, что потенциальный дефект прогнозируемым образом влияет на безопасность и/или приводит к несоответствию с требованиями | 9 |
| Очень высокое | Неработоспособность изделия с потерей основных функций | 8 |
| Высокое | Изделие является работоспособным, но уровень его функциональной способности понижен. Заказчик неудовлетворен. | 7 |
| Умеренное | Изделие является работоспособным, но при этом не работает оборудование, обеспечивающее комфорт и удобства. Заказчик ощущает дискомфорт. | 6 |
| Слабое | Изделие является работоспособным, но при этом оборудование, обеспечивающее комфорт и удобства, имеет пониженный уровень функциональной способности. Заказчики испытывают некоторое неудовлетворение | 5 |
| Очень слабое | Подгонка и крепеж. Уровень шума оборудования не соответствует требованиям. Дефект ощущается большинством заказчиков. | 4 |
| Незначительное | Подгонка и крепеж/уровень шума оборудования не соответствует требованиям. Дефект ощущается средним заказчиком. | 3 |
| Крайне незначительное | Подгонка и крепеж/уровень шума оборудования не соответствует требованиям. Дефект ощущается особо пристрастными заказчиками. | 2 |
| Отсутствует | Нет влияния | 1 |

Таблица 2.2.

Рекомендуемая шкала О определения балла вероятности возникновения дефекта (FMEA конструкции)

| Вероятность возникновения дефекта/отказа | Возможное значение вероятности | Балл |
|----------------------------------------------------|---------------------------------------|-------------|
| Очень высокая: дефект практически неизбежен | чаще, чем 1 из 2 | 10 |
| | 1 из 3 | 9 |
| Высокая: повторяющиеся дефекты | 1 из 8 | 8 |
| | 1 из 20 | 7 |
| Незначительная: случайные дефекты | 1 из 80 | 6 |
| | 1 из 400 | 5 |
| | 1 из 2000 | 4 |
| Низкая: относительно редкие дефекты | 1 из 15000 | 3 |
| | 1 из 150000 | 2 |
| Маловероятная: дефект маловероятен | реже, чем 1 из 1500000 | 1 |

Таблица 2.3

Рекомендуемые значения балла сложности обнаружения D
(FMEA конструкции)

| Степень обнаружения | Критерии | Балл |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Практически невозможнo | Существующий контроль не может обнаружить потенциальную причину/механизм и последствия дефекта или контроль не проводится | 10 |
| Очень маловероятно | Очень маловероятно, что контроль обнаружит потенциальную причину/механизм и последствия дефектов | 9 |
| Маловероятно | Маловероятно, что контроль обнаружит потенциальную причину/механизм и последствия дефектов | 8 |
| Очень низкая | Очень низкие шансы того, что контроль обнаружит потенциальную причину/механизм и последствия дефектов | 7 |
| Низкая | Низкие шансы того, что контроль обнаружит потенциальную причину/механизм и последствия дефектов | 6 |
| Умеренная | Умеренные шансы того, что контроль обнаружит потенциальную причину/механизм и последствия дефектов | 5 |
| Средняя | Средние шансы того, что контроль обнаружит потенциальную причину/механизм и последствия дефектов | 4 |
| Высокая | Высокие шансы того, что контроль обнаружит потенциальную причину/механизм и последствия дефектов | 3 |
| Очень высокая | Очень высокая вероятность того, что контроль обнаружит потенциальную причину/механизм и последствия дефектов | 2 |
| Практически всегда | Контроль практически всегда обнаруживает потенциальную причину/механизм и последствия дефектов | 1 |

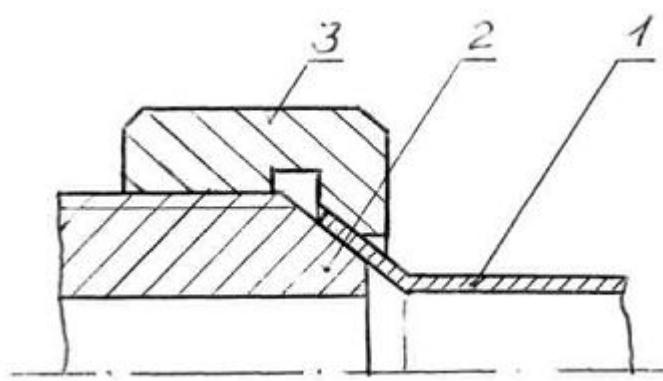


Таблица 2.4
FMEA-анализ конструкции узла

| Вид потенциального дефекта | Последствия потенциального дефекта | S | Потенциальная причина | O | Методы обнаружения дефекта | D | ПЧР |
|----------------------------|-----------------------------------------|----|--------------------------------------|---|--------------------------------------|---|-----|
| Течь В соединении | 1. Загрязнение окружающей среды | 10 | 1. Разрушение седла соединения | 8 | 1. Визуально | 9 | 720 |
| | 2. Агрегат не развивает нужное давление | 8 | 2. Отклонение геометрии поверхностей | 7 | 2. Требуются специальные измерители | 6 | 335 |
| | 3. Повышается трудоемкость обслуживания | 5 | 3. Затруднен доступ к наливной гайке | 6 | 3. Силу затяжки - специальным ключом | 6 | 180 |

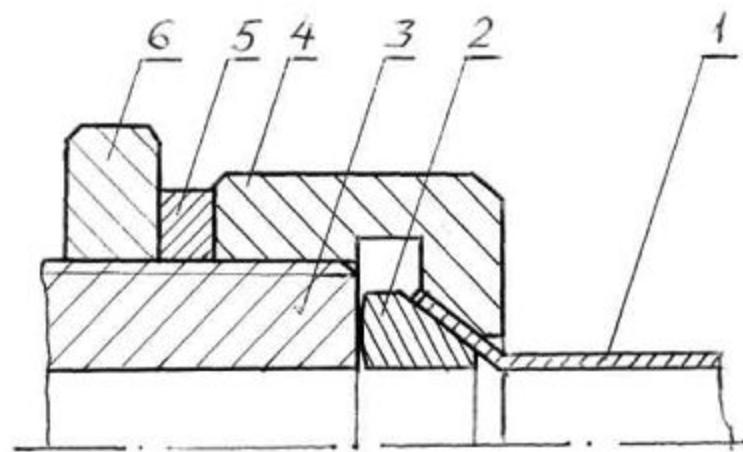


Таблица 2.5

Определение ПЧР для новой конструкции

| Вид потенциального дефекта | Последствия потенциального дефекта | S | Потенциальная причина | O | Методы обнаружения дефекта | D | ПЧР |
|----------------------------|-----------------------------------------|----|--------------------------------------|---|----------------------------|---|-----|
| Течь В соединении | 1. Загрязнение окружающей среды | 10 | 1. Недостаточный отжиг медных шайб | 2 | 1. Твердомер, выбороочно | 2 | 40 |
| | 2. Агрегат не развивает нужное давление | 8 | 2. Отклонение геометрии поверхностей | 3 | 2. Шаблон | 3 | 72 |
| | 3. Повышается трудоемкость обслуживания | 5 | 3. Недостаточный момент затяжки | 2 | 3. Динамометрический ключ | 2 | 30 |

Таблица 2.6
Рекомендуемая шкала значимости дефекта S
для производственного процесса

| Последствие | Критерий значимости последствия | Балл S |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Опасное, без предупреждения | Может подвергнуть опасности персонал у станка или на сборке. Вид потенциального дефекта ухудшает безопасность или вызывает несоответствие обязательным требованиям безопасности и экологии | 10 |
| Опасное с предупреждением | Может подвергнуть опасности персонал у станка или на сборке. Вид потенциального дефекта ухудшает безопасность или вызывает несоответствие обязательным требованиям безопасности и экологии с предупреждением | 9 |
| Очень важное | Большое нарушение производственной линии. Может браковаться до 100% продукции. Потребитель очень недоволен | 8 |
| Важное | Небольшое нарушение производственной линии. Может требоваться сортировка продукции, когда часть ее бракуется. Потребитель неудовлетворен. | 7 |
| Умеренное | Небольшое нарушение производственной линии. Часть продукции необходимо забраковать (без сортировки) | 6 |
| Слабое | Небольшое нарушение производственной линии. Может потребоваться переделка до 100% продукции | 5 |
| Очень слабое | Небольшое нарушение производственной линии. Может потребоваться сортировка и частичная переделка продукции. Отделка, шумность изделия не соответствуют ожиданиям потребителя. | 4 |
| Незначительное | Небольшое нарушение производственной линии. Может понадобиться переделка части продукции на отдельном участке. Дефект замечает средний потребитель. | 3 |
| Очень незначительное | Небольшое нарушение производственной линии. Может потребоваться доработка части продукции на основной технологической линии. Дефект замечает разборчивый потребитель. | 2 |
| Отсутствует | Нет последствий | 1 |

Таблица 2.7

Рекомендуемая шкала вероятности возникновения дефекта О

| Вероятность дефекта | Возможные частоты дефектов | Индекс C_{pk} | Балл О |
|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------------|--------|
| Очень высокая. Дефект почти неизбежен | Более 1 из 2 | Менее 0,33 | 10 |
| | 1 из 3 | Менее 0,33 | 9 |
| Высокая: ассоциируется с аналогичными процессами, которые часто отказывают | Более 1:8 | Менее 0,51 | 8 |
| | 1: 20 | Менее 0,67 | 7 |
| Умеренная: ассоциируется с процессами, у которых наблюдались случайные дефекты | Более 1:80 | Менее 0,83 | 6 |
| | Более 1:400 | Менее 1,00 | 5 |
| | Более 1: 2000 | Менее 1,17 | 4 |
| Низкая: отдельные дефекты, связанные с подобными процессами | Более 1:15000 | Менее 1,33 | 3 |
| Очень низкая: отдельные дефекты, связанные с почти идентичными процессами | Более 1:150000 | Менее 1,50 | 2 |
| Малая: дефект маловероятен | Менее 1:150000 | Более 1,67 | 1 |

Таблица 2.8

Рекомендуемая шкала баллов возможности обнаружения D

| Обнаружение | Вероятность обнаружения дефекта при контроле процесса | Балл D |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Почти невозможно | Нет в наличии средств контроля вида дефекта в производственном процессе | 10 |
| Очень плохое | Очень низкая вероятность обнаружения вида дефекта действующими методами контроля | 9 |
| Плохое | Низкая вероятность обнаружения вида дефекта действующими методами контроля | 8 |
| Очень слабое | Низкая вероятность обнаружения вида дефекта действующими методами контроля | 7 |
| Слабое | Низкая вероятность обнаружения вида дефекта действующими методами контроля | 6 |
| Умеренное | Умеренная вероятность обнаружения вида дефекта действующими методами контроля | 5 |
| Умеренно Хорошее | Умеренно высокая вероятность обнаружения вида дефекта действующими методами контроля | 4 |
| Хорошее | Высокая вероятность обнаружения вида дефекта действующими методами контроля | 3 |
| Очень Хорошее | Очень высокая вероятность обнаружения вида дефекта действующими методами контроля | 2 |
| Почти Наверняка | Действующий контроль почти наверняка обнаружит вид дефекта. Для подобных процессов известны надежные методы контроля | 1 |

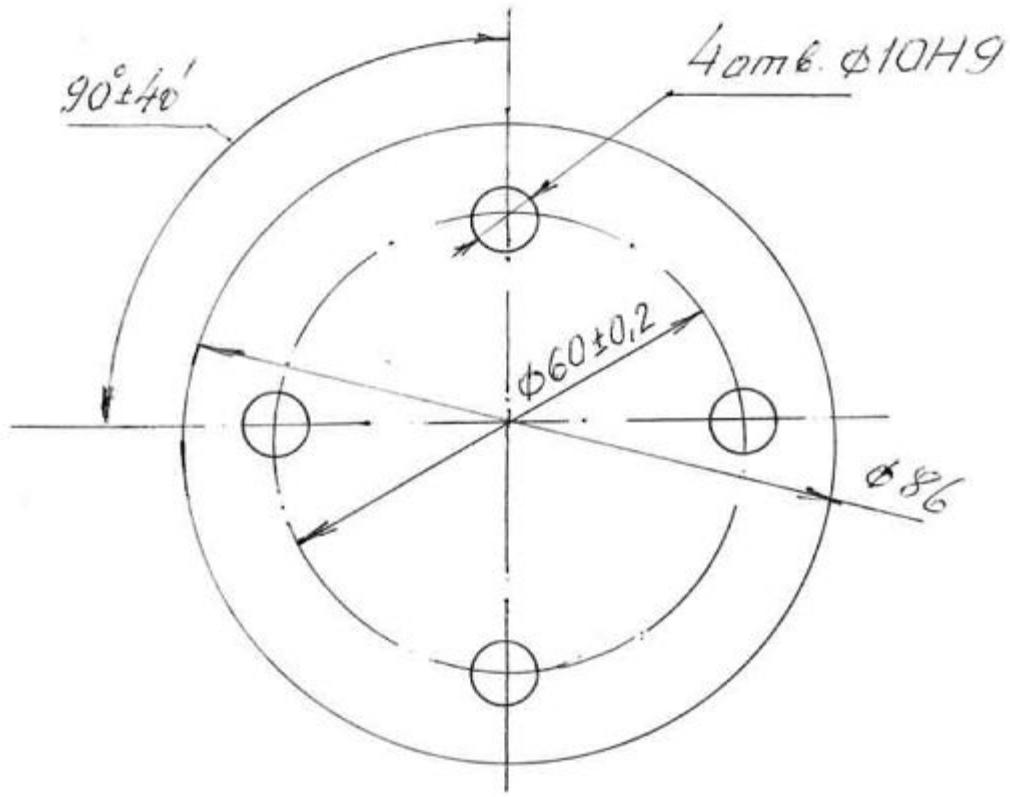


Таблица 2.9
FMEA технологического процесса

| Вид потенциального дефекта | Последствия потенциального дефекта | S | Потенциальная причина | O | Методы обнаружения дефекта | D | ПЧР |
|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|---|-------------------------|---|----------------------------|---|-----|
| Неточное совпадение отверстий под болты у сопрягаемых фланцев | 1. Деформация и перекос болтов при соединении | 6 | 1. Сдвиг шаблона | 6 | 1. При сборке | 8 | 288 |
| | 2. Один болт не входит в отверстие | 7 | 2. Неточность сверления | 8 | 2. Специальный калибр | 7 | 392 |

Таблица 2.10

| Вид потенциального дефекта | Последствия потенциального дефекта | S | Потенциальная причина | O | Методы обнаружения дефекта | D | ПЧР |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------|---|---------------------------|---|----------------------------------|---|-----|
| Неточное совпадение отверстий под болты | 1. Деформация и перекос болтов при соединении | 6 | 1. Смещение оси отверстия | 2 | 1. При сборке | 2 | 24 |
| | 2. Один болт не входит в отверстие | 7 | 2. Неточность сверления | 2 | 2. Специальный калибр, выборочно | 6 | 84 |



Рис. 2.4

Таблица 2.11

| Операции | Описание опасной ситуации | Причина нарушения операции | Последствия |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 1. Определение потребности в материальных ресурсах | Нарушение сроков подачи заявки от подразделений (5 дней после окончания месяца) | Человеческий фактор | Неверная информация в заявке или смещение сроков подачи заявки |
| 2. Оформление заявки | Неправильно оформлена заявка (срок закупок ограничен, но он не указан в заявке) | Человеческий фактор | Срыв сроков поставки МР |
| 3. Назначение ответственного лица. Выбор поставщика | Не назначено ответственное лицо. Поставщик выбран неправильно | Нехватка сотрудников. Не проведен анализ поставщика | Срыв сроков поставки. Дополнительные расходы. |
| 4. Анализ условий закупок по цене и условий оплаты | Высокая цена(намного выше запланированной). Отсутствие возможности выполнить условия оплаты | Не проведен анализ поставщика | Срыв сроков поставки. Дополнительные расходы. |
| 5. Анализ условий закупок по срокам поставки | Сроки поставки не удовлетворяют срокам, указанным в заявке | Не проведен анализ поставщика | Срыв сроков поставки |
| 6. Оплата счета бухгалтерией | Счет не оплачен. Доверенность и копия платежного поручения не переданы ответственному лицу. | Отсутствуют визы на счете ПЭО и директора по производству. Человеческий фактор | Срыв сроков поставки |
| 7. Доставка материальных ресурсов | Отсутствие возможности доставит МР на склад. Отсутствие сопроводительных документов | Отсутствие или занятость автотранспорта на предприятии. Человеческий фактор | Срыв сроков поставки |

Таблица 2.13

Характеристика частоты нарушения операции

| Частота событий | Балл В ₁ |
|-----------------|---------------------|
| Очень низкая | 1 |
| Низкая | 2 – 5 |
| Средняя | 6 |
| Высокая | 7 – 8 |
| Очень высокая | 9 – 10 |

Таблица 2.14

Характеристика вероятности выявления
нарушения операции

| Характеристика вероятности | Балл В ₂ |
|-------------------------------------------------------------|---------------------|
| Очень вероятная, так как это событие легко идентифицируется | 1 – 2 |
| Высокая, идентификация события простая | 3 – 4 |
| Средняя, событие сложно идентифицировать | 5 – 6 |
| Низкая | 7 – 8 |
| Очень низкая, это событие нельзя идентифицировать | 9 – 10 |

Таблица 2.15

| Последствия нарушения операции | Балл В ₃ |
|------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Незначительные. Нарушения операции легко устраняются | 1 – 4 |
| Значительные. Нарушение операции приводит к простою и нарушает процесс | 5 |
| Критические. Нарушение операции приводит к остановке процесса | 6 – 10 |

Расчет критичности операций

| Номер операции | Наличие средств обнаружения | B ₁ | B ₂ | B ₃ | ПЧР |
|----------------|-----------------------------|----------------|----------------|----------------|-----|
| 1 | есть | 3 | 3 | 5 | 45 |
| 2 | нет | 6 | 10 | 5 | 300 |
| 3 | есть | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | нет | 5 | 4 | 4 | 80 |
| 4 | есть | 2 | 1 | 3 | 6 |
| | нет | 1 | 2 | 10 | 20 |
| 5 | нет | 5 | 4 | 5 | 100 |
| 6 | есть | 1 | 2 | 5 | 10 |
| | есть | 2 | 2 | 5 | 20 |
| 7 | есть | 3 | 3 | 5 | 45 |
| | есть | 5 | 3 | 5 | 75 |

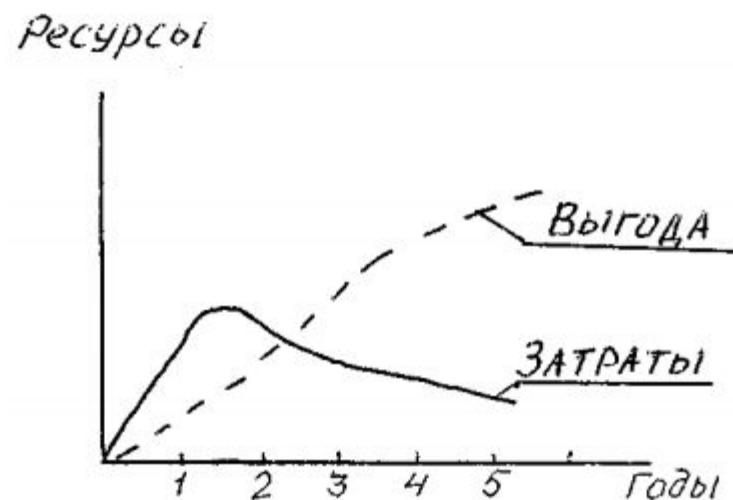


Рис. 2.5. Соотношение затрат и выгод при проведении FMEA

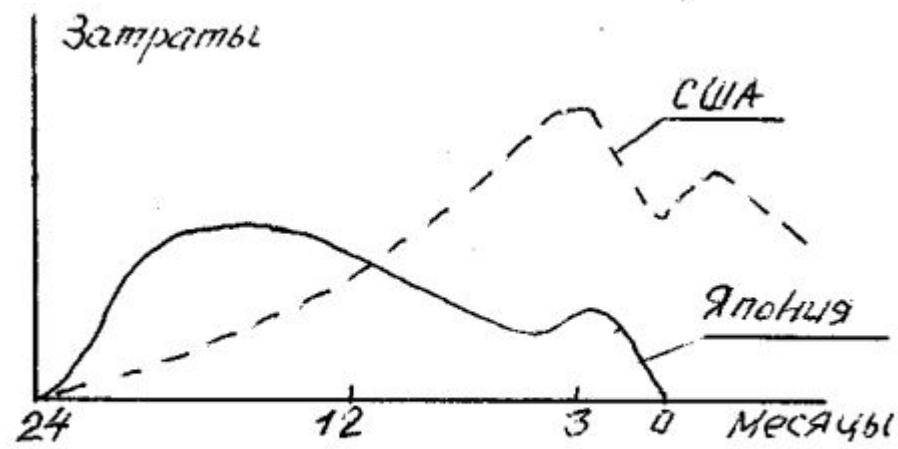


Рис. 2.6