

УДК 621.9.02 (075.3)

*Л.В. Гимпельсон*

## МЕТОДОЛОГИЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АНАЛИЗА FMEA

*Проведён анализ процесса механической обработки с использованием метода FMEA. Выявлены потенциальные дефекты, причины и механизмы их возникновения, которые могут возникнуть в процессе механической обработки деталей.*

**Введение.** Анализ встреч, проведенных с руководителями российских предприятий, использующих и внедряющих методы механической обработки на станках с ЧПУ, показал, что, несмотря на наличие прогрессивного оборудования, доля брака в партиях готовых деталей остаётся значительной.

В связи с тем, что использование станков с ЧПУ при правильной подготовке практически исключает получение несоответствующих деталей, сделан вывод о том, что проблема кроется в качестве организации процесса. Основной задачей организации процесса является создание такого варианта обработки детали, который при наилучшем использовании наличных средств производства, обеспечил бы заданную точность и ресурс детали при минимально возможной (в данных условиях) себестоимости.

С целью получения возможности сделать риски узнаваемыми и управляемыми необходимо исследовать причины возникновения и механизмы потенциальных дефектов, что и является задачей данной работы.

**Методология повышения качества организации процесса механической обработки с использованием анализа FMEA.** FMEA-процесс ориентирован на внутренние риски, вызванные причинами в элементах процесса. Следует заметить, что при использовании идей FMEA в данной работе внутренние риски эквивалентны внутренним факторам, влияющим на качество организации, и рассмотрение ведётся только в пределах процесса производства.

Алгоритм проведения FMEA-процесса, с помощью которого проводились исследования в данной работе, представлен в [1]. Известно, что механическая обработка состоит из следующих этапов: написание техпроцесса (1), подготовка заготовок (2), написание программы (3), наладка станка (4), обработка заготовки на станке (5),

контроль соответствия полученных параметров заданным в чертеже (6).

Контрольный перечень по выбору групп этапов процесса представлен в таблице 1. В каждой группе имеется определённый фактор риска.

Таблица 1

Критерии FMEA	Условный номер этапа					
	1	2	3	4	5	6
Требования заказчика	2	0	0	0	2	2
Критические процессы	1	1	2	2	0	1
Значительное изменение процесса	2	1	1	2	2	1
Новое оборудование / инструмент	1	1	1	1	2	1
Окружающая среда / риски труда	0	1	0	1	2	0
Значительное изменение организации	1	1	1	1	1	1
Сумма пунктов	8	5	5	7	9	6
Выявленный риск при проведении FMEA-процесса	2	6	5	3	1	4
Примечания						
1 Оценка 0 – не встречается						
2 Оценка 1 – встречается						
3 Оценка 2 – встречается особенно часто						

Из анализа элементов процесса следует, что наиболее ответственный этап в его организации – это обработка заготовок, качество которой зависит от выполнения всех предыдущих. Поэтому были внимательно изучены все элементы процесса.

1. При написании техпроцесса встречаются следующие факторы риска: ошибка в техноло-

гии, неправильный подбор инструмента, неправильно заложенная точность детали, неудовлетворительное качество инструмента.

2. На качество заготовок влияют такие причины, как примеси в материале, отклонение геометрической формы заготовки от заданной, коррозия и эрозия заготовок, а также следует принимать во внимание недостаточное количество заготовок.

3. При написании программы и наладке станка важно избегать ошибок программиста и наладчика соответственно.

4. Во время обработки деталей на станке имеют значение отклонение по твёрдости материала и другие потенциальные отклонения, описанные в таблице 2.

5. При контроле деталей необходимо дать правильное заключение о годности партии деталей.

**Таблица 2**

Вид механической обработки	Вид потенциального отклонения	Потенциальные причины или механизмы отклонения
Токарная	Задиры на обработанной поверхности	Слишком мягкий или слишком твёрдый материал
	Конусность детали	Неисправности станка
	Длина детали	
	Диаметр детали	
	Дробление поверхности детали	Неисправности станка; неправильно заточено сверло
	Диаметр отверстия	
	Большая шероховатость	
	Грубая поверхность обточки	Неправильно заточен резец; малы обороты шпинделя
	Неправильный профиль	
	Заусенцы	Отрезной резец не переходит центр прутка; кромка резца затупилась; резец поставлен выше
Сверление	Грубая обработка поверхности	Сверло тупое или неправильно заточено; неправильно выбрана марка охлаждающей

		жидкости или недостаточно её количество; велика подача
	Смещение отверстия	Сверло тупое или неправильно заточено; неправильно установлено сверло
	Увеличенный диаметр отверстия	Неравные углы или длина режущих кромок; неправильно зажато сверло в патроне
Фрезеровка	Отклонение оси отверстия под углом к оси сверления	Неправильно установлена деталь
	Грубая обработка поверхности	Затуплена фреза; большая подача на один зуб, большая глубина резанья
Строгание	Профрезерованный паз шире	Биение фрезы из-за неправильного закрепления
	Грубая обработка поверхности	Слишком мягкий или слишком твёрдый материал
Шлифование	Обрабатываемая плоскость не параллельна основанию	Поперечина не параллельна плоскости стола
	Конусообразность детали	Причины различны в зависимости от вида шлифования (круглое наружное, внутреннее, плоское). Более детальное объяснение причин приведено в [2]
	Размеры детали	
	Прижоги на обрабатываемой поверхности	
	Грубая обработка поверхности	
Эллипсность		

Рассмотренные дефекты могут привести к следующим нежелательным для организации последствиям: переделке или доработке деталей, срыву сроков изготовления деталей, увеличению себестоимости деталей, перерасходу средств, получению несоответствующих деталей, снижению ресурса работы деталей, повреждению или разрушению других деталей, связанных в конечном счёте с обрабатываемой, потере имиджа, финансовым потерям.

После анализа процесса механической обработки были изучены меры, которые принимаются на российских предприятиях для повышения качества организации механической обработки.

С целью получения количественной оценки риска использовались показатели: вероятность появления дефекта (балл S), вероятность обнаружения дефекта (балл D), влияние на заказчика (балл O). Баллы S, O, D могут принимать значения от 1 до 10 [1].

Оценка риска произведена по формуле:

$$PRN = S * O * D \quad (1)$$

Критерием оценки служит следующее утверждение [1]: если значение  $PRN \leq 40$ , то риск отсутствует;  $40 < PRN \leq 100$  – риск не ясен;  $PRN > 100$  – имеется риск.

Анализ данных практического опыта показал, что наибольший риск имеется в следующих составляющих процесса механической обработки:

- качество инструмента;
- качество материала заготовки;
- правильность написания технологии;
- точность мерительного инструмента и средств измерения.

Кроме того, в качестве основных недостатков следует отметить такие, как недостаточность нормативной документации, нежелание внедрять системы менеджмента качества (СМК) и непонимание руководством внедрённых СМК, объединение обязанностей разных специалистов в одном лице, недостаточная мотивация персонала, отсутствие работы с персоналом.

После разработки и принятия соответствующих технических и организационных мероприятий потенциальные риски процесса на длительное время снижаются, что также определяется по соотношению (1). Но при этом необходимо помнить об изменении внешних факторов, которые могут потребовать дополнительную корректировку организации процесса механической обработки на станках с ЧПУ.

Следует учесть, что для разных организаций корректирующие воздействия будут отличаться в зависимости от базовых условий, в которых изначально протекает процесс.

#### **Выводы**

1. В данной работе детально рассмотрены элементы процесса механической обработки; изучены факторы, влияющие на качество его организации; а также потенциальные дефекты и причины их возникновения. Полученные результаты позволяют разработать меры по предупреждению возникновения дефектов и применять их на практике.

2. Таким образом, использование метода FMEA позволяет улучшить качество обрабатываемых деталей, снизить их себестоимость, а следовательно, повысить конкурентоспособность деталей.

#### **Библиографический список**

1. FMEA при проектировании и совершенствовании продукции и процессов. Методическое пособие. Выпуск 12, 2001. – М.: НТК «Трек», 2002, 24 с.
2. Каценеленбоген М.С., Власов В.Н. Справочник работника механического цеха – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1984. – 240 с., ил.