7.7. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ И СИСТЕМОТЕХНИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ И ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Мустафаева Д.Г., к.т.н., доцент,
заведующий сектором;
Мустафаев М.Г., к.т.н., научный сотрудник

НПП «Экофон», г. Владикавказ

Перейти на ГЛАВНОЕ МЕНЮ

Производство высококачественных изделий является основной составляющей производственной деятельности предприятия. Важным критерием эффективности функционирования производственного процесса является поддержание устойчивого процесса производства. Рассмотрены характеристики надежности и возможные причины отказа производственного процесса. Приведена оценка надежности производственного процесса. Надежность изделий обеспечивается правильной организацией производственного процесса. Существенным является функционирование всех компонент производственного процесса, обусловливающих выходные параметры и показатели качества изделий. Показано, что методологические и системотехнические принципы обеспечивают повышение воспроизводимости параметров изделий от процесса к процессу и стабильность производственного процесса их производства.

Проблема качества изделий – одна из наиболее важных и сложных проблем современного экономического и технического развития и составная часть любого производственного процесса. Для производства изделий с заданным уровнем качества необходимо создание и функционирование производственных процессов, направленных на обеспечение качества используемого материала, сырья, ресурсов и организации взаимодействия между функциональными подразделениями предприятия и установлении взаимосвязи между ними.

Анализ производственных процессов изготовления изделий приборостроения показывает, что технологические режимы осуществляются при широком диапазоне температур (криогенное травление, окисление, диффузия, отжиг) и при различных давлениях. Столь широкие диапазоны вызваны необходимостью проведения с исходными материалами различных физико-химических процессов [3], а также необходимостью обеспечения требуемых характеристик изделий. Повышенные требования к надежности современной аппаратуры приборостроения различного назначения вызывают необходимость обеспечения надежности изделий с начала разработки – выбора исходных материалов, структуры, конструкции, принципов построения и проведения производственного процесса. Работы по обеспечению надежности проводятся на всех стадиях изготовления изделий, включая финишный их контроль, испытания и анализ результатов эксплуатации в составе аппаратуры. Конструкции изделий и применение групповых методов обработки определяют особый подход к проектированию процессов их изготовления: неразрывность конструкции изделий и производственного процесса их изготовления; взаимная корреляция параметров изделий; взаимосвязь технологических потерь с возможными отказами при эксплуатации. В процессе анализа и учета конструктивно-технологических особенностей изделий необходимо:

- определение допусков на параметры физической структуры, на геометрические размеры элементов;
- оптимизация их размеров по показателям эффективности производственного процесса;
- оптимизация параметров режимов производственных операций и производственного процесса;
- определение влияния на их параметры эксплуатационных факторов;
- определение возможности управления производственными операциями.

Надежность изделий обеспечивается выбором отработанной конструкции и организацией производственного процесса. Технология производства изделий – последовательность производственных и контрольных операций над исходной входной структурой, приводящая к созданию требуемой выходной структуры изделий, обладающей эксплуатационными характеристиками, лежащими в заданных диапазонах. В процессе обработки структуры на параметры каждой производственной операции, а также на входные, выходные и параметры структуры накладываются технологические ограничения или допуски, определяющие вероятность попадания характеристик изделий в заданные диапазоны. Допуски на входные и выходные параметры структуры до и после каждой производственной операции определяются на контрольных операциях.

Реализации принципа соответствия фактических параметров изделий требуемым достигается путем установления допусков на основные параметры в процессе изготовления кристаллов и материалов, реагентов, энергоносителей, производственных сред и помещений. Отсутствие производственных допусков на определенную группу параметров делает процесс производства изделий неконтролируемым и зависимым от субъективных причин – опыта и добросовестности технологов и операторов, и случайных причин – источников сырья и других факторов. Основные операции процессов производства изделий осуществляются на основе групповой технологии, когда одновременно обрабатываются элементы на пластине, на нескольких пластинах, объединенных в партию, или на пластинах нескольких партий.

Для групповых операций обобщающим показателем качества их проведения является распределение значений электрических параметров или оценки по внешнему виду у всех одновременно обрабатываемых элементов на пластинах в партии. Изменения в состоянии операции будут отражаться на свойствах этого распределения, на значениях его числовых характеристик, таких как математическое ожидание и среднеквадратическое отклонение или рассеяние. Параметры «математическое ожидание» и «рассеяние» у разных партий могут различаться, отражая изменения качества проведения исследуемой операции. Этими же параметрами можно охарактеризовать и прохож-

дение партий после отдельных операций, выполняемых индивидуально для каждого изделия.

Производственный процесс имеет следствием изготовление партий изделий, характеристики которых подчиняются распределению, определяемому значениями математического ожидания и рассеяния. Пространство приемлемого качества, представляет собой диапазон распределения, лежащий в рамках выборки, используемой для оценки надежности.

Ширина и положение кривой распределения оценивается величинами: положение средней величины распределения, математическое ожидание, характеристика отклонения распределения от математического ожидания. Связь характеристик распределения с характеристиками процессов производства устанавливается при помощи коэффициента возможностей производства, который связан с индексом воспроизводимости процесса.

Величина индекса воспроизводимости процесса характеризует отношение величины допуска (величины рассеяния), допускаемого в производственном процессе к диапазону, в который при нормальном распределении укладываются все величины. Индекс воспроизводимости процесса связывает вариации характеристик изделий и производственных процессов. Коэффициент возможностей производства учитывает точность настройки и стабильность процесса.

Для процессов, в которых математическое ожидание значения контролируемой величины смещено относительно середины поля допуска и при среднем значении, равном назначенному, максимальное значение величины коэффициента возможностей равно величине индекса воспроизводимости процесса. В случае, когда выбранный по условиям допуск будет больше, то соответственно будет увеличиваться и коэффициент возможностей производства.

В производственном процессе стремятся достичь оптимального уровня выхода годных изделий. Определение оптимального уровня позволяет наметить пути дальнейшего совершенствования технологии производства. С оптимальным уровнем выхода годных изделий необходимо определить также и достижимый уровень выхода годных изделий при существующих технологических методах и производственных условиях. Достижимый уровень указывает на возможный резерв повышения выхода годных изделий без разработки новых технических и экономических решений, т.е. наиболее экономичным способом. Забракованное на производственной операции изделие классифицируется как отказ по параметрам, который характеризует надежность производственного процесса.

По функциональным признакам отказы производственного процесса можно разделить:

- по оборудованию;
- по организационным причинам;
- по техническим причинам.

К причинам, вызывающим отказы по оборудованию, можно отнести:

- поломки деталей и узлов, разладки механизмов и устройств, нестабильность параметров оборудования;
- появление дефектов и повреждений в оснастке, износ инструмента;
- неисправности контрольной и измерительной аппаратуры и др.

Причины, вызывающие отказы по организационным причинам:

- недостаточный опыт и квалификация обслуживающего персонала;
- низкий уровень организации контроля качества изделий;
- отсутствие необходимых материалов, оснастки, заготовок, запасных частей;
- неритмичность работы и др.

Причины, вызывающие отказы по техническим причинам:

- низкое качество исходных материалов, их неоднородность;
- недостаточная надежность методов входного, операционного и приемочного контроля изделий и материалов;
- низкая надежность технологического оборудования;
- неправильно выбранные режимы исполнения производственных операций;
- несоответствие помещений или рабочих мест требованиям и др.

Под надежностью производственного процесса понимают его способность обеспечивать выпуск продукции заданного качества с заданным ритмом в течение требуемого промежутка времени. Оценка надежности производственного процесса по параметрам качества изготовляемой продукции [1, 2] содержит:

- выбор номенклатуры показателей надежности;
- определение фактических значений показателей;
- сравнение фактических значений с требуемыми или базовыми значениями.

Оценка надежности производственного процесса по параметрам качества изготовляемой продукции осуществляют при:

- разработке технологических процессов на этапе технологической подготовки производства;
- управлении производственными процессами;
- определении периодичности профилактики производственного оборудования;
- выборе методов и планов статистического регулирования производственных процессов;
- уточнении требований к качеству материалов и комплектующих изделий;
- выборе и корректировке планов испытаний и технического контроля готовой продукции;
- совершенствовании производственного процесса в части повышения их надежности и качества изготовляемой продукции.

Определение показателей надежности производственного процесса необходимо выполнять в период, когда процесс отработан, т.е. обеспечивается воспроизводимость процесса. Практически надежность производственного процесса производства изделий можно характеризовать такими параметрами, как управляемость производственного процесса, которая характеризуется процентом выхода годных изделий, и стабильность этого процесса. Коэффициент управляемости производственного процесса зависит от установленного (планового) процента выхода годных, среднего значения процента выхода годных за определенный период времени;

ширины поля допуска, устанавливаемой для данного процесса.

Для оценки стабильности производственного процесса по величине определенного параметра, необходимой при проведении процесса за определенный период времени, может быть использован показатель стабильности производственного процесса. Управляемость и стабильность производственного процесса характеризуют его надежностью за данный промежуток времени. Управляемость производственного процесса зависит от точности и воспроизводимости отдельных производственных операций. Для обеспечения нормального хода производства в процессе изготовления изделий на предприятии должны действовать положения и правоустанавливающие документы:

- обучения и аттестации производственного персонала, участвующего в изготовлении и контроле качества изделий по всему производственному процессу;
- проверки производственного оборудования, периодичность проверки, методы проверки оборудования; в) проверки выполнения требований, предъявляемых к производственным помещениям и рабочим местам (запыленность, влажность, температура, агрессивные среды);
- проверки производственного процесса;
- учета, хранения, обращения конструкторской и технологической документации;
- порядок и методы входного контроля поступающих материалов, полуфабрикатов, комплектующих изделий;
- проведения анализа дефектных изделий и осуществления мероприятий по устранению причин их появления;
- организации анализа и учета технологических потерь в производстве; и) анализа и согласования мероприятий, внедряемых в производство по результатам анализа.

Конструкторская и технологическая документация, по которой изготовляют изделия, а также все изменения этой документации должны оформляться в соответствии с действующими системами конструкторской и технологической документации. Одной из основных мер при повышении эффективности производства и качества выпускаемой продукции является контроль и управление качеством производственных процессов. Организация обеспечения качества изделий в процессе производства тесно связана с организацией самого производства.

Другим направлением обеспечения качества изделий является стабилизация производственных операций и процессов, то есть уменьшение разброса параметров, определяющих изделие на данной операции, своевременное обнаружение тенденции разладки процессов и устранение причин этой разладки. Корректирование значений параметров производственного процесса на основании результатов контроля параметров качества изделий, осуществляется в целях обеспечения требуемого уровня качества продукции. Контроль процессов производства изделий является эффективным средством для совершенствования процесса производства и увеличения процента выхода годных изделий на каждой производственной операции. В процессе контроля оценивается возможность влияния на их результаты изменением условий, допусков и стабильность удержания допусков на параметры изделий во времени.

В процессе производства формирование выходных параметров изделий происходит на производственных операциях изготовления изделий. А часть параметров, контролируемых на промежуточных операциях, переходят в разряд выходных параметров процесса, чем ближе операция к окончательному формированию изделия, тем больше ее влияние на выходные параметры изделия. Характеристики материала, которые являются входными параметрами процесса производства изделий, определяют в большой степени и окончательные их свойства. Параметры финишных операций определяют окончательное формирование качества изделий. Имеются и такие параметры финишных операций, на обеспечение которых влияет характер предыдущих операций, поэтому часть выходных параметров финишной операции функционально связана с параметрами предыдущих промежуточных операций [4-6].

При исследовании производственного процесса осуществляют сбор, обработку и оценивание информации. Оценивание и прогнозирование состояний параметров и процессов производства являются основными задачами количественного анализа и управления.

Производственный процесс с позиции системного подхода представляет собой сложный динамический процесс, в котором объединены оборудование, средства контроля и управления, вспомогательные устройства, объекты производства и люди, осуществляющие и управляющие процессом. При рассмотрении производственного процесса как процесса функционирования производства изделий, все компоненты производственного процесса – метод обработки, используемое оборудование, последовательность операций, режимы обработки, методы контроля, – определяют его выходные параметры и в первую очередь показатели качества изделия.

Производственные показатели эффективности отражают такие стороны функционирования всего производства как, количество и качество выпущенных изделий; количество израсходованных энергоресурсов, сырья, материалов, использование производственного оборудования.

Эффективность производственного процесса эта способность функционировать его во всем диапазоне допустимых условий, режимов и установленных значений его выходных параметров.

Экономические результаты функционирования производственных процессов определяют уровень их соответствия затратам на производство изделий. Устанавливают связь стоимости изделий $Ц_t$, произведенной за определенное время t, с ее себестоимостью C_t и производственными затратами K на выпуск этих изделий. Экономический показатель эффективности можно представить следующим образом:

$$W_t = \phi(Ц_t, C_t, K),$$

где φ – некоторая функция.

Методология управления предусматривает налаживание эффективного взаимодействия между разными уровнями и звеньями производственного процесса, оптимизацию информационных потоков и

информирование лиц, ответственных за принятие решений [7, 8].

Производственные функции направлены на формирование эффективного производственного режима, лежащего в основе производственной деятельности на предприятии.

Последовательный анализ методологических, функциональных и производственных аспектов деятельности обеспечивает повышение качества функционирования и оптимизацию производственных процессов [9].

Методологические установки предусматривают сосредоточенность на определенном наборе инструментов регулирования, соответствующего целям и особенностям функционирования производственных процессов. Регулирование производственного процесса позволяет корректировать систематические погрешности. Применение производственного оборудования, обладающего высокой надежностью и устойчивостью к дестабилизирующим факторам, позволяет достичь высокого качества выпускаемых изделий.

При изменении состояния производственного процесса соответственно изменяются и величины функциональных параметров, характеризующие протекание процессов во времени и пространстве. На основе модели формирования состояний может быть представлена обобщенная модель состояний производственных процессов, необходимая для объективного анализа производственных задач. Отражением состояния производственных процессов является качество его работы, которое оценивается соответствующими показателями качества. К таким показателям относятся в основном показатели качества функционирования производственных процессов.

В процессе производства формируется индивидуальное техническое состояние изделия. В процессе эксплуатации техническое состояние изделий находится под воздействием факторов, направленных на его изменение. Изменение состояния является следствием влияния факторов, которые являются возмущающими. Совокупность этих воздействий, а также форм и методов их реализации обеспечит надежное и эффективное функционирование производственного процесса. Эффективность производственного процесса характеризуется устойчивостью и эффективностью результата. Устойчивость производственного процесса характеризуется способностью нормально функционировать и противостоять различным неизбежным возмущениям.

Производство высококачественных изделий является основной составляющей производственной деятельности. Важным критерием эффективности функционирования производственного процесса является поддержание устойчивого процесса производства.

Основными характеристиками производства являются производительность и качество изготовления изделий. Качество изделий и соответственно точность производственного процесса определяют его технические показатели. Показатели качества точности производственного процесса можно записать в виде:

$$T = 100\int_{x_н}^{x_в} Z(y)dy,$$

где $Z(y)$ – закон распределения показателя качества изделий.

При нормальном законе распределения точность процесса имеет вид:

$$T = \Phi\left(\frac{x - m(x(t_k))}{\sigma(x(t_k))}\right) * 100,$$

где $m(x(t_k))$ – математическое ожидание;

$\sigma(x(t_k))$ – среднеквадратическое отклонение.

Применяя замену переменной $h = \dfrac{x - m(x(t_k))}{\sigma(x(t_k))}$

имеем:

$\Phi(h) = \dfrac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_0^h e^{-b^2/2}db$ – интеграл вероятности.

Целевая функция имеет вид:

$$Ц = T \to max,$$

и задача состоит в том, чтобы обеспечить точность производственного процесса.

В случае, когда распределение показателя качества в пределах поля допуска имеет нормальный закон распределения, точность процесса определяется так:

$$T = \left[\begin{array}{l} \Phi\left(\dfrac{x_в - m(x(t_k))}{\sigma(x(t_k))}\right) - \\ -\Phi\left(\dfrac{x_н - m(x(t_k))}{\sigma(x(t_k))}\right) \end{array}\right] * 100.$$

В этом случае целевую функцию можно записать в виде:

$$Ц = \sqrt{S + (m(x(t_k)) - \beta)^2} \to min,$$

где S – дисперсия;

β – коэффициент.

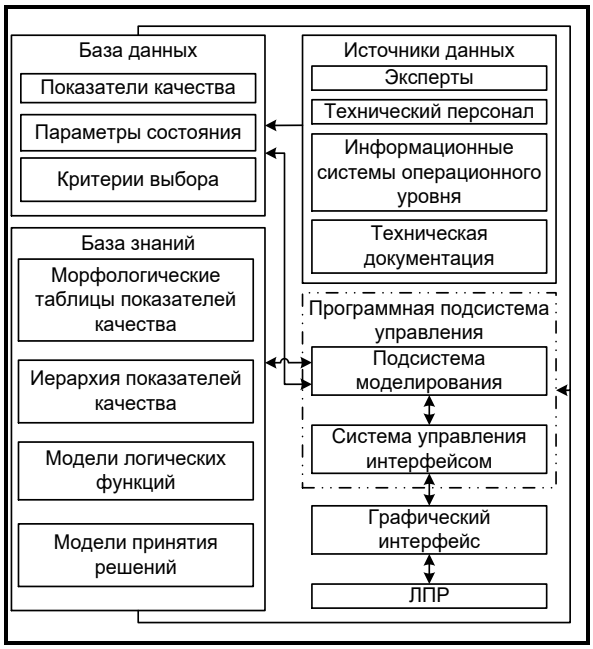

Рис. 1. Структура интегральной системы поддержки принятия решений

Повышение эффективности функционирования производственных процессов можно достичь применением интеллектуальной системы на основе построения интегрированной информационной системы поддержки принятия решений (ИСПР) (рис. 1). В процессе функционирования системы синтезируются формальные модели предметной области, которые используются в выработке наиболее рациональных решений; система содержит знания высокого уровня, отражающие основные закономерности предметной области. Применение в качестве элементов знаний формальных моделей дает возможность использовать эвристические и математические процедуры поиска решений, обеспечивающие наибольшую эффективность. ИСПР подготавливает информацию, необходимую для выбора, а лицо, принимающее решение, формирует задачу, осуществляет анализ результатов с помощью ИСПР и принимает окончательное решение. База данных содержит необходимые данные о процессе, а база знаний – знания предметной области, критерии рациональности принимаемых решений.

Оценка эффективности функционирования и качества организации производственных процессов рассматривается с помощью определенных критериев, отображающих результаты функционирования всего производства. Критерии эффективности оцениваются по степени достижения поставленных целей. Методологические и системотехнические принципы обеспечивают повышение воспроизводимости параметров изделий от процесса к процессу и стабильность производственного процесса их производства.

Литература

1. Надежность в технике. Состав и общие правила задания требований по надежности [Электронный ресурс] : ГОСТ 27.003-90. Режим доступа: http://www.OpenGost.ru.
2. Надежность в технике. Термины и определения [Электронный ресурс] : ГОСТ Р 27.002-2009. Режим доступа: http://www.OpenGost.ru.
3. Курносов А.И. Технология производства полупроводниковых приборов и интегральных микросхем [Текст] / А.И. Курносов, В.В. Юдин. – М. : Высшая школа, 1986. – 368 с.
4. Мустафаев М.Г. Системный подход к обеспечению качества изделий [Текст] / М.Г. Мустафаев // Автоматизация и современные технологии. – 2007. – №1. – С. 43-45.
5. Мустафаев М.Г. Влияние конструктивно-технологических факторов на характеристики надежности приборных структур [Текст] / М.Г. Мустафаев // Фундаментальные проблемы радиоэлектронного приборостроения. – 2010. – Т. 10 ; №4. – С. 254-256.

6. Мустафаев Г.А. Обеспечение качества и надежности пленочных приборных структур [Текст] / Г.А. Мустафаев, М.Г. Мустафаев // Приборы. – 2010. – №10. – С. 49-53.
7. Мустафаева Д.Г. Методологические аспекты организации и мониторинга производственных процессов на предприятии [Текст] / Д.Г. Мустафаева, М.Г. Мустафаев // Аудит и финансовый анализ. – 2015. – №5. – С. 327-331.
8. Мустафаев М.Г. Методологические аспекты формирования эффективной системы управления производственным процессом [Текст] / Д.Г. Мустафаева, М.Г. Мустафаев // Аудит и финансовый анализ. – 2012. – №3. – С. 320-324.
9. Мустафаев М.Г. Системно-информационный подход и эффективность управления производственной деятельности [Текст] / Д.Г. Мустафаева, М.Г. Мустафаев // Аудит и финансовый анализ. – 2010. – №5. – С. 316-319.

Ключевые слова

Организация; эффективность; функционирование; процесс; анализ; качество; производство; модель; критерий; система.

Мустафаев Марат Гусейнович

Мустафаева Джамиля Гусейновна

РЕЦЕНЗИЯ

Актуальность темы. Производство высококачественных изделий является основной составляющей производственной деятельности предприятия. Повышение эффективности функционирования и организации производственных процессов является актуальным направлением исследований.

Научная новизна и практическая значимость. В работе проведен анализ производственных процессов изготовления изделий приборостроения и критериев эффективности производственного процесса. Рассмотрены характеристики надежности и возможные причины ухудшения производственного процесса. Приведена оценка надежности производственного процесса.

Поставлены и решены задачи обеспечения производства высококачественных изделий, поддержания устойчивого процесса производства и повышения эффективности функционирования производственного процесса.

Методологические и системотехнические принципы организации производственного процесса обеспечивают повышение воспроизводимости параметров изделий от процесса к процессу и стабильность производственного процесса их производства.

Заключение. Статья отвечает требованиям, предъявляемым к научным публикациям. Рекомендую опубликовать статью в открытой печати.

Гончаров И.Н., д.т.н., профессор кафедры «Электронные приборы» Северо-Кавказского ордена Дружбы народов горно-металлургический институт (государственный технологический университет), г. Владикавказ.

Перейти на ГЛАВНОЕ МЕНЮ