

УДК 621.891

В. И. КРАВЦОВ, А. Р. ЯКИМЧУК, В. В. ВЕРЕМІЙЧУК

*Національний авіаційний університет, Київ***ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕТОДАХ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ
УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПОКРЫТИЙ**

Показана необходимость использования информационных технологий для оптимального управления технологическим процессом напыления. Описаны характеристики покрытий, влияющие на их качество. Разработаны обобщенные показатели качества материалов покрытий. Подчеркнута необходимость управления системой менеджмента качества (СМК) как системой процессов. Для управления процессами как системой, необходимо создание математической модели сети процессов и их взаимодействий. Описана математическая модель взаимосвязи между различными процессами СМК, методика определения влияния процессов и их взаимодействия на результативность ключевых процессов системы менеджмента качества, основанная на количественной оценке степени взаимодействия между процессами СМК. Вводится понятие целевого уровня идентичности процесса, зависящего от сложности сети процессов СМК, от структуры самих процессов в отдельности. Описанная математическая модель позволяет выявить наиболее значимые параметры технологического процесса покрытий.

Ключевые слова: Информационные технологии, управление качеством, качество покрытия, опорная поверхность, математическая модель, процессы, входные параметры, информационная связь.

Введение. В современных технико-экономических условиях актуальной является задача организации информационной поддержки управления качеством процесса нанесения покрытий металлами, так как управление качеством – процесс информационный, как и любой процесс управления. Это обуславливается и тем, что управление должно достигаться ценой относительно малого экономического ресурса. В этом смысле информационное управление, при котором экономический ресурс управления незначителен по сравнению с экономическим ресурсом управляемой системы, является типичным [1]. Данные обстоятельства показывают необходимость развития нового направления менеджмента – информационного менеджмента, т. е. менеджмента в сфере создания и использования информационных ресурсов. Поэтому классические функции управления, в числе которых производственно-хозяйственные задачи: обеспечение производства продукции предприятием (управление персоналом, формирование технологической среды, управление капиталовложениями), задачи управления процессами обработки информации (развитие, обслуживание и использование ресурсов информационных систем), а также оригинальные задачи руководства и управления, такие, как планирование и контроль, управление качеством, организация и инновации, следует рассматривать применительно к информационному менеджменту.

Информационные технологии на современном этапе являются необходимым условием достижения конкурентного преимущества, особенно если предприятие специализируется в области разработки и производства военной техники, где предъявляются особенно высокие требования к качеству и надёжности. Важной и сложной частью любой деятельности по созданию высокотехнологичный и надёжных узлов и деталей машин и механизмов является выбор опти-

мальных технологий нанесения защитных покрытий, модифицирующих упрочняемый поверхностный слой и обеспечивающих таким образом наилучшие механические и триботехнические свойства детали в целом

Наличие на предприятии широкомасштабной информационной поддержки на базе информационного менеджмента позволяет более оперативно получать информацию по всем вопросам, связанным с деятельностью предприятия, и своевременно принимать управленческие решения.

Анализ последних исследований и публикаций. Проблема формирования качества покрытий включает в себя исследования в области информационных технологий, управления качеством, металлургии и других смежных наук. Существует большое число публикаций отдельно по составляющим научным направлениям, относящихся к методам решения задач управления качеством покрытий. В данной статье показан один из возможных методов обобщения информационных технологий для управления технологическими процессами в обеспечении качества покрытий.

Цель работы и постановка задачи. Разработка обобщенных показателей качества материалов, конструкций представляет наибольшие трудности. Это проблема определения коэффициентов весомости единичных показателей. Для ее решения целесообразно применение системного подхода к качеству как совокупности свойств материалов и покрытий, а также к исследованию обобщенного критерия качества как системы, формирующейся под влиянием комплексных показателей более низкого иерархического уровня и единичных показателей. Качество материалов (покрытий) представляет не набор свойств, а определенную систему. Так же и показатели их качества находятся в системных связях друг с другом, в частности, расположены на различных уровнях иерархии. Если принять, что в этой иерархии нулевой уровень занимает обобщенный критерий качества, то на следующем уровне будут находиться показатели, количественно характеризующие группы свойств, под непосредственным воздействием которых формируется качество конструкции. В их числе могут, например, находиться такие комплексные групповые показатели, как конструктивный, физический, экономический и другие. При оценке качества новых композиционных материалов и покрытий продукции применять дифференциальный, комплексный и смешанный методы [2].

Качество покрытия характеризуется следующими свойствами: прочность сцепления с основой; когезионная прочность напыленного слоя; пористость; равномерная толщина; уровень остаточных напряжений; однородность структуры и свойств. Качество модели процесса напыления является нерегламентируемым элементом, что вызвано недостаточной разработкой вопросов управления свойствами покрытий. При разработке технологического процесса получения покрытия варианты операций и конкретные величины режимов обработки выбирают в соответствии с указаниями, приведенными в картах, исходя из конструктивно-технологических характеристик, подлежащих обработке деталей или сборочных единиц и принятого метода обработки (на подвесках или насыпью, погружением, струей или в протоке электролита) с учетом установленной схемы технологического процесса, конструктивных особенностей применяемого оборудования, его производительности и организации производства в целом (массовое крупно- или мелкосерийное, необходимость одновременной обработки в

одном оборудовании деталей с различными конструктивно-технологическими характеристиками и т.п.). Каждая технологическая операция характеризуется определенным количеством факторов, оказывающих влияние на свойства покрытий. Изучению влияния различных факторов на свойства покрытий посвящено много работ. В итоге пришли к выводу, что на качество напыленного слоя влияют более 60 различных факторов [3]. Основным фактором, от которого зависит качество покрытия, является точность математической модели процесса напыления, обеспечивающей стратегию и алгоритмы управления свойствами покрытий. Для разработки принципов управления качеством покрытий необходимо рассмотреть факторы и их влияние на качество напыляемых покрытий.

Основой при управлении системой менеджмента качества (СМК) как системой процессов, становится их взаимодействие. Анализ рассмотренных методологий описания процессов и форм представления СМК показал ограниченные возможности количественной оценки взаимодействия между процессами, что необходимо для их управления и совершенствования СМК. Известно, что результат воздействия одного из процессов СМК на другой распределен во времени. Изменение в одном процессе в наибольшей степени сказывается на результате другого (других) в определенные моменты времени, знание которых необходимо для выработки управленческих решений по совершенствованию СМК и обеспечению качества продукции. Управление технологическим процессом (ТП) обеспечивает заданное качество выпускаемой продукции. При управлении современными ТП возникают проблемы выбора, как самих управляющих параметров, так и направления воздействия. Многие из методов управления качеством продукции характеризуются проблемой, когда поступающая информация о состоянии ТП и качестве выпускаемой продукции поступает с опозданием и не отражает истинной ситуации. Для управления процессами как системой, необходимо создание математической модели сети процессов и их взаимодействий [4].

Метод решения. Критерии результативности сети процессов являются функционально взаимосвязанными, а результативность СМК определяется взаимодействием процессов и в меньшей степени зависит от результативности отдельных процессов. Наибольший выигрыш достигается при улучшении основных процессов, а из них приоритетной задачей является улучшение ключевых процессов, к которым можно отнести технологические процессы. Степень влияния одного процесса СМК на другой можно определить с помощью математической модели:

$$\begin{aligned} R(x_i \rightarrow y_j) &= [H(x_i) + H(y_j) - H(x_i, y_j)] / H(y_j), & R(u_l \rightarrow y_j) &= [H(u_l) + H(y_j) - H(u_l, y_j)] / H(y_j), \\ R(r_s \rightarrow y_j) &= [H(r_s) + H(y_j) - H(r_s, y_j)] / H(y_j), \end{aligned} \quad (1)$$

где $R(x_i \rightarrow y_j)$, $R(u_l \rightarrow y_j)$, $R(r_s \rightarrow y_j)$ – коэффициенты информационной связи. Для оценки совокупного влияния совокупности процессов СМК на процесс используется относительная информационная мера идентичности.

$$R_j = \frac{H(\{x_i\}, \{u_l\}, \{r_s\}) + H(y_j) - H(\{x_i\}, \{u_l\}, \{r_s\}, y_j)}{H(y_j)}, \quad (2)$$

где $H(x_i)$ – энтропия i -ого входа процесса; $H(u_l)$ – энтропия l -ого управляющего воздействия процесса; $H(r_s)$ – энтропия s -ого ресурса процесса; $H(y_j)$ – энтропия j -ого выхода процесса; $I(x_i \rightarrow y_j)$ – количество информации об i -ом входе процесса, содержащейся в j -ом выходе процесса; $I(u_l \rightarrow y_j)$ – количество информации об l -ом управляющем воздействии процесса, содержащееся в j -ом выходе процесса;

$I(r_s \rightarrow y_j)$ – количество информации об s -ом ресурсе процесса, содержащееся в j -ом выходе процесса; $H(\{x_i\}, \{u_i\}, \{r_s\})$ – безусловная энтропия системы, объединяющей все входные параметры процесса СМК, $H(\{x_i\}, \{u_i\}, \{r_s\}, y_j)$ – безусловная энтропия системы, объединяющей входные и выходные параметры процесса СМК.

Изложение основного материала. На основании математической модели взаимосвязи между различными процессами СМК предлагается методика определения влияния процессов и их взаимодействия на результативность ключевых процессов системы менеджмента качества, основанная на количественной оценке степени взаимодействия между процессами СМК.

1. «Определение процессов СМК, их входных и выходных параметров», включает: определение совокупности процессов; выявление их входных и выходных параметров; описание и анализ взаимодействия между процессами; сбор данных о результативности процессов.

2. «Построение информационных моделей процессов». Строятся информационные модели процессов (рис. 1).

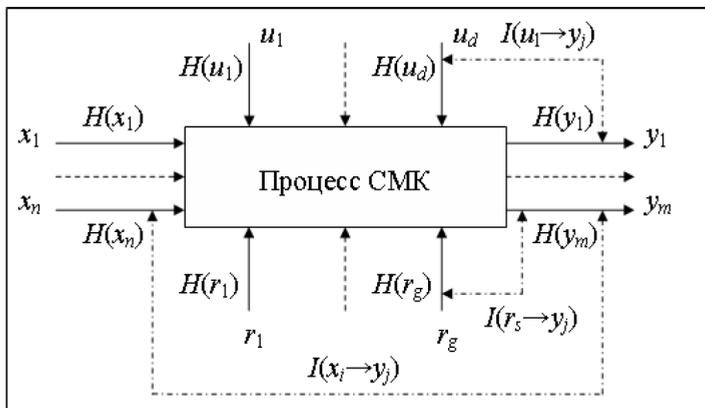


Рис.1. Информационная модель процессов

3. «Определение степени идентичности процессов». Определение значения R_j позволяет сделать заключение о полноте и правильности идентификации входных параметров, количественно оценить совокупное влияние процессов на процесс. $R_j = 1$ – детерминированный процесс СМК, все входные параметры процесса СМК определены полностью. Если $R_j < 1$, то информация о выходном параметре процесса СМК не полностью определяется совокупностью входных параметров процесса, сказывается влияние неучтенных входных параметров процесса. Вводится понятие целевого уровня идентичности процесса $R_{кр}$, зависящего от сложности сети процессов СМК, от структуры самих процессов в отдельности. Выполнение условия $R_j \geq R_{кр}$ означает, что все элементы процесса определены и необходимо количественно оценить степень взаимодействия между различными процессами. Если $R_j < R_{кр}$, то необходимо повторно выполнить действия, описанные в пунктах 1–3 с учетом установленных причин отсутствия взаимодействия.

4. «Выявление ключевых и влияющих на них процессов». В зависимости от функционального назначения ключевыми процессами могут быть как основные процессы, так и обеспечивающие процессы, а также процессы менеджмента. В качестве процессов, оказывающих наибольшее влияние на ключевой про-

цесс, предложено выбирать те процессы, для которых значения коэффициентов информационной взаимосвязи $R(x_i \rightarrow y_j)$, $R(u_l \rightarrow y_j)$, $R(r_s \rightarrow y_j)$ принадлежат промежутку $[0,5; 1]$, которыми надо управлять в первую очередь для повышения результативности ключевого процесса. Структура лагов моделей взаимосвязи процессов СМК, построенных на основании данных о результативности, имеет полиномиальную и линейную форму.

Для определения входных параметров технологических процессов, влияющих на показатели качества технологических процессов, используются мнения экспертов, данные литературных источников. После измерений определенных входных параметров и показателей качества ТП и формирования исходных данных для определения коэффициентов чувствительности следует решить систему линейных уравнений:

$$\Delta ZA = \Delta Y, \quad (3)$$

где ΔZ – матрица ($M \times M$) значений отклонений входных параметров в измерениях; ΔY – вектор-столбец (M) значений отклонений показателя качества ТП; A – вектор-столбец (M) коэффициентов чувствительности, $Z = \{z_k, k = 1, \dots, M\}$, M – число всех входных параметров ТП. Решением полученной системы линейных уравнений (3), являются коэффициенты чувствительности, на основании которых составляется выражение, определяющее зависимость между изменениями (отклонениями) значений показателей качества и изменениями (отклонениями) значений входных параметров ТП:

$$\Delta y = a_1 \Delta x_1 + \dots + a_n \Delta x_n + a_{n+1} \Delta u_1 + \dots + a_{n+d} \Delta u_d + a_{M-g+1} \Delta r_1 + \dots + a_M \Delta r_g. \quad (4)$$

Для выполнения контроля на наличие неучтенных входных параметров выполняется сравнение рассчитанного и измеренного значений показателя качества ТП. В случае несовпадения устанавливают недостающие входные параметры, влияющие на показатель качества ТП. Выражение (4) позволяет установить степень, а также направление влияния изменений входных параметров на показатели качества ТП, формировать корректирующие и предупреждающие действия для повышения качества технологических процессов, дает возможность обоснованного выбора допусков на входные параметры технологического процесса, для которых выходные и/или входные параметры не являются параметрами размерных связей [5].

Выводы. Описанная математическая модель позволяет выявить наиболее значимые параметры технологического процесса покрытий, например: катодная плотность тока, температура электролита, которые можно выбрать в качестве управляющих и т.п. Методика определения взаимосвязи между входными параметрами и показателями качества технологических процессов входы и/или выходы которых не являются параметрами размерных связей, позволяет определить зависимость изменения значений этих показателей от изменения значений входных параметров. Применение данной методики позволяет выявить входные параметры технологического процесса, в наибольшей степени влияющие на изменение толщины покрытия, а также влияние направления изменения входных параметров на его толщину.

Список литературы

1. Дружинин В. В., Конторов Д.С. Системотехника М.: Радио и связь, 1985. 200 с.
2. Окрепилов В.В. Управление качеством: Учебник для вузов/ 2-е изд., доп. И перераб. – М.: ОАО «Изд-во «Экономика», 1998. – 639 с.

3. Пантелеенко Ф.И. Восстановление деталей машин: справочник / под ред. В.П. Иванова. М.: Машиностроение, 2003. 672 с.

4. Сторублев М.Л., Ивахненко А.Г. Управление качеством процесса нанесения гальванических покрытий // Известия Орел ГТУ. Серия «Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии» – 2009. – №2. – С. 41 – 45.

5. Ивахненко А.Г., Сторублев М.Л. Управление процессами организации на основе данных о результативности // Методы менеджмента качества. – 2009. – №5. – С. 8 – 12.

Стаття надійшла до редакції 24.04.2017

В. И. КРАВЦОВ, А. Р. ЯКИМЧУК, В. В. ВЕРЕМІЙЧУК

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В МЕТОДАХ РОЗВ'ЯЗКУ ЗАДАЧ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ПОКРИТТІВ

Показана необхідність використання інформаційних технологій для оптимального управління технологічним процесом напилювання. Описані характеристики покриттів, що впливають на їхню якість. Розроблені узагальнені показники якості матеріалів покриттів. Підкреслена необхідність управління системою менеджменту якості (СМЯ) як системою процесів. Для управління процесами як системою, необхідне створення математичної моделі мережі процесів і їх взаємодій. Описана математична модель взаємозв'язку між різними процесами СМЯ, методика визначення впливу процесів і їх взаємодія на результативність ключових процесів системи менеджменту якості, що заснована на кількісній оцінці ступеня взаємодії між процесами СМЯ. Уводиться поняття цільового рівня ідентичності процесу, що залежить від складності мережі процесів СМЯ, від структури самих процесів окремо. Описана математична модель дозволяє виявити найбільш значимі параметри технологічного процесу покриттів.

Ключові слова: інформаційні технології, управління якістю, якості покриття, опорна поверхня, математична модель, процеси, вхідні параметри, інформаційний зв'язок.

Кравцов Віктор Іванович – доктор техн. наук, професор, професор кафедри машинознавства Національного авіаційного університету. Напрямок наукової діяльності – нелінійна механіка у прикладних задачах машинознавства.

Якімчук Аліна Романівна – студентка Національного авіаційного університету.

Веремійчук Вікторія Володимирівна – студентка Національного авіаційного університету.

V. I. KRAVTSOV, A. R. YAKIMCHUK, V. V. VEREMIYCHUK

INFORMATION TECHNOLOGY IN THE METHODS OF SOLVING QUALITY CONTROL TASKS OF COATINGS

The necessity of using information technology for optimal control of technological process of spraying. Describes the characteristics of the coatings, influencing their quality. Developed generalized indicators of the quality of the coating materials. Emphasized management quality management system (QMS) as a system of processes. To manage processes as a system, it is necessary to create mathematical models of network processes and their interactions. Described mathematical model of the relationship between the various processes of the QMS, to identify the impact of processes and their interactions on the performance of key processes of the quality management system, based on a quantitative assessment of the degree of interaction between QMS processes. Introduces the concept of a trust level of identity in the process, depending on the complexity of the network the processes of the QMS, from the structure of the processes themselves individually. Described mathematical model allows to identify the most important parameters of the technological process of coating.

Key words: information technology, quality management system, coatings, base surface, mathematical model, processes, input parameters, information communication.

References

1. Druzhinin V. V., Kontorov D.S. Sistemotekhnika M.: Radio i svyaz, 1985. 200 s.
2. Okrepilov V.V. Upravlenie kachestvom: Uchebnik dlya vuzov/ 2-e izd., dop. I pererab. – M.: OAO «Izd-vo «Ekonomika», 1998. – 639 s.
3. Panteleenko F.I. Vosstanovlenie detaley mashin:cpravochnik / pod red. V.P. Ivanova. M.: Mashinostroenie, 2003. 672 s.
4. Storublev M.L., Ivahnenko A.G. Upravlenie kachestvom protsessa naneseniya galvanicheskikh pokrytity // Izvestiya Orel GTU. Seriya «Fundamentalnyie i prikladnyie problemyi tehniki i tehnologii» –2009. –№2. – S. 41 – 45.
5. Ivahnenko A.G., Storublev M.L. Upravlenie protsessami organizatsii na osnove dannyih o rezultativnosti // Metodyi menedzhmenta kachestva. – 2009. – №5. – S. 8 – 12.