

УДК 658.52.011.56

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСНОГО АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМ ПРОЦЕССОМ В МАШИНОСТРОЕНИИ

А. Г. Лютов¹, Ю. В. Рябов², С. А. Полезин³

¹lutov1@mail.ru, ²ryabov_yuri_atp@mail.ru, ³PolezinSA@technodinamika.ru

¹ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный авиационный технический университет» (УГАТУ)

²АО «Уфимское агрегатное предприятие «Гидравлика» (УАП «Гидравлика»)

Поступила в редакцию 22 апреля 2015 г.

Аннотация. Рассмотрена новая модель автоматизированного управления производственным процессом в машиностроении, основанная на пошаговой реализации процессного подхода. Комплексный характер автоматизированного управления определяется интеграцией технологической подготовки, включающей CAD/CAPP/CAM/PDM – системы с управлением производственного процесса, включающего три важные стадии получения и обработки информации о функционировании рабочих центров. В системе автоматизированного управления предусмотрены обратные связи по корректирующим действиям управляющих программ рабочих центров, технологического процесса изготовления изделия, параметров производственного процесса и оперативного плана изготовления изделия.

Ключевые слова: производственный процесс; модель управления; качество изделий; пошаговая реализация; мониторинг оборудования; корректирующие действия.

ВВЕДЕНИЕ

Политика в области качества изделий связана с внедрением новых технологий, применением автоматизированных систем проектирования конструкций и технологических процессов. Комплексный подход к управлению производством позволяет создавать современную, высококачественную и надежную технику. При этом качество изделий во многом зависит от протекания производственных процессов, а также – контроля изделий и показателей их эксплуатации.

Управление производственным процессом в настоящее время определяется высоким уровнем автоматизации с применением IT-технологий. Автоматизированная разработка управляющих программ для оборудования с числовым программным управлением (ЧПУ) на основе 3-мерного представления обрабатываемой детали, автоматизированный контроль размеров деталей непосредственно в рабочей зоне оборудования и автоматизированное планирование загрузки оборудования (рабочих центров) наложили свой отпечаток на формирование современного автоматизированного управления производственным процессом в машиностроении для поддержания его в стабильном состоянии.

СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА

Важно отметить, что качество изделий определяется контролем процессов производства на всех этапах жизненного цикла изделий и принятием управленческих решений в случаях отклонения параметров процесса от принятых границ его нормального протекания.

Для решения данной проблемы предложена пошаговая реализация процессного подхода, определенная стандартом ИСО 9004-2010¹, расширяющая модель системы менеджмента качества для обеспечения устойчивого развития производственных процессов. Пошаговая реализация процессного подхода включает измерение процессов, анализ результатов выполнения процессов и разработку корректирующих действий по улучшению процессов [1]. На основе пошаговой реализации процессного подхода предлагается комплексная модель автоматизированного управления производственными процессами. Такая модель автоматизированного управления позволяет решать проблемы, связанные с применением многоагентных автоматизированных человеко-машинных систем, их взаимодействием в процессе проектирования

¹ ГОСТ Р ИСО 9004-2010. Менеджмент для достижения устойчивого успеха организации. Подход на основе менеджмента качества.

и управления технологическими и производственными процессами.

Одним из важных условий реализации комплексной модели управления производственными процессами является использование технологической подготовки, базирующейся на использовании CAD/CAPP/CAM/PDM-систем.

Формирование оптимального технологического процесса производства изделий машиностроения должно осуществляться на основе результатов его моделирования по всем видам обработки. Целью моделирования любой обработки является нахождение таких значений параметров объектов и действий, которые позволяют получить качественную высокопроизводительную обработку. Такой результат можно получить при сравнении нескольких вариантов обработки.

По результатам формирования технологического процесса создаются его структура и комплект документации, а для автоматизированного оборудования – управляющие программы. Реальная оптимизация технологических параметров может осуществляться с учетом информации о ходе процесса (параметры процесса), и информации о результатах процесса (параметры изделия).

ПРЕДЛАГАЕМЫЙ ПОДХОД

В настоящее время назрела необходимость в комплексном автоматизированном управлении производственного процесса на основании информации с контрольных точек о параметрах процесса и данных о качестве изготовления изделий (рис.).

Как показывает опыт, основными параметрами, влияющими на качество процесса, являются данные о состоянии технологического оборудования, оснастки и инструмента, контрольно-измерительного и испытательного оборудования, информационного и программного обеспечения, а также данными параметров основных и вспомогательных материалов.

Перечисленные факторы производственных процессов являются необходимыми ресурсами для их выполнения. Все ресурсы, необходимые для проведения производственных процессов, должны быть запланированы и выделены до начала их использования.

Однако только наличия ресурсов недостаточно для успешного хода производственного процесса. Определение процесса включает «совокупность видов деятельности», к которым относятся: сбор информации о ходе производственного процесса, управление процессом на основе этой информации, планирование и распре-

деление ресурсов для достижения целей производственного процесса.

Как показывает практика производственной деятельности, брак при изготовлении изделий во многом определяется следующими факторами:

- недоработка конструкторской документации;
- недоработка технологической документации;
- нарушение технологического процесса;
- организационные недостатки;
- неисправности оборудования (сбои в устройствах ЧПУ, неисправности механической части, неисправности электроавтоматики, отказы гидравлики и пневматики);
- несоответствие параметров применяемых материалов;
- неисправная оснастка или инструмент;
- недоработка конструкции приспособления;
- недоработка конструкции штампов, пресс-форм;
- скрытые пороки литья;
- сбой управляющей программы для станка с ЧПУ;
- отклонения при настройке первой детали.

При этом чаще всего отклонения производственного процесса связаны с нарушением технологического процесса исполнителями.

Для сведения отклонений процессов к минимуму управление производственным процессом включает три важные стадии получения и обработки информации о функционировании рабочих центров.

На первой стадии управления производится обработка и выполнение управляющих программ в соответствии с данными технологического процесса и план-графика оперативного плана выпуска изделий.

Вторая стадия управления характеризуется контролем параметров производственного процесса и параметров изделий. На этой стадии осуществляется мониторинг состояния оборудования, инструмента и оснастки и проводится измерение параметров технологического процесса. Как и при обычном управлении производственным процессом осуществляется также контроль параметров, получаемых изделий. В итоге производится анализ результатов выполнения производственных процессов на основе данных мониторинга и измерения процессов, а также данных параметров изделий (размеров, отклонения формы, технических условий и т.п.).

Определение отклонений, полученных данных осуществляется методом сопоставления фактической информации с имеющейся в базе данных PDM-системы. На этой стадии осуществляется практическая апробация управления

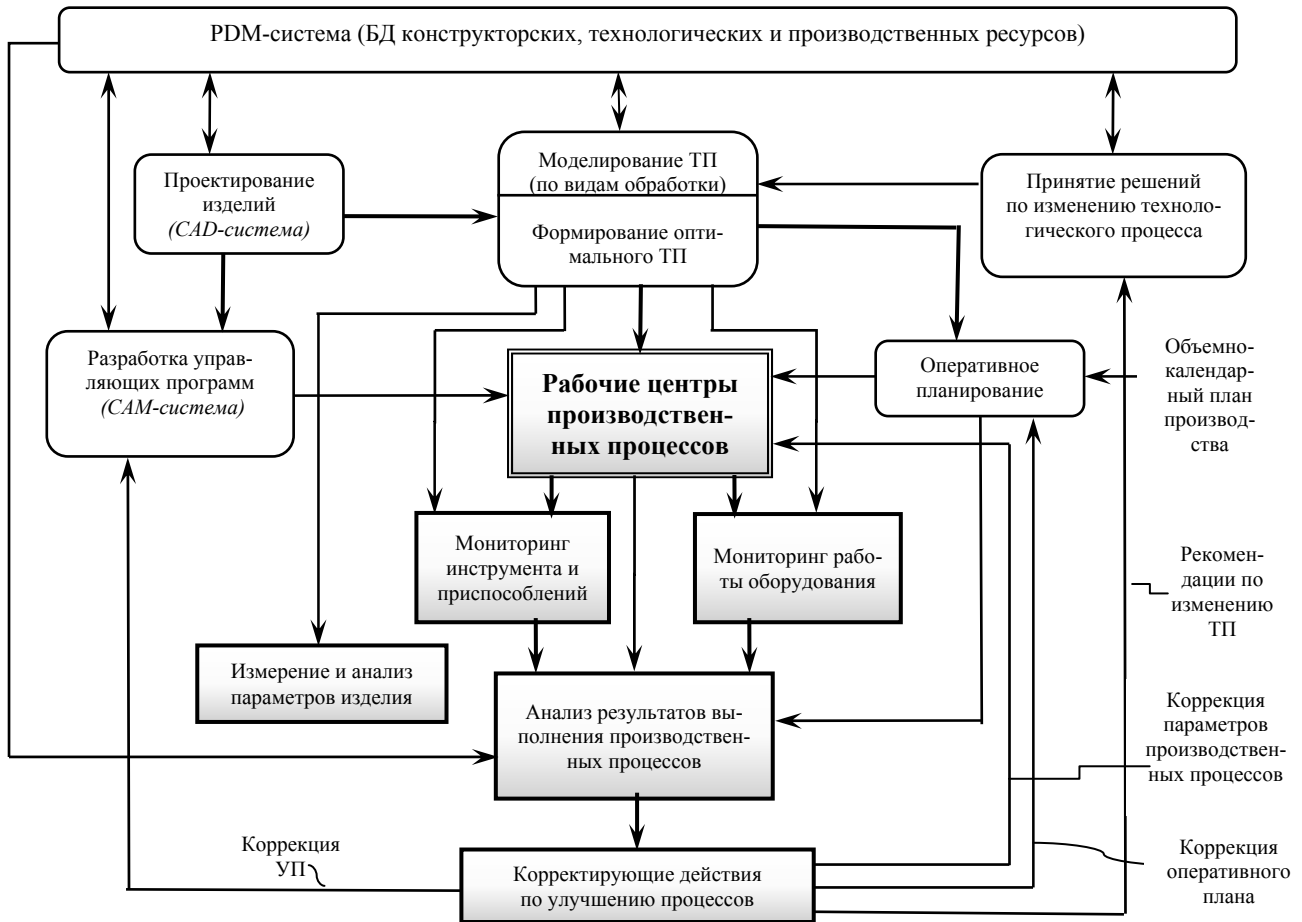


Рис.1. Схема комплексного автоматизированного управления производственными процессами

производственным процессом (см. ГОСТ Р ИСО 9004-2010).

Следующая стадия управления направлена на формирование обратных связей, определяющих корректирующие действия по выявлению потенциальных проблем, которые могут быть связаны с неопределенностью, изменчивостью и противоречивостью ситуаций.

На основе корректирующих действий формируются обратные связи по изменению: управляющих программ рабочих центров, технологического процесса изготовления изделия, параметров производственного процесса и оперативного плана изготовления изделия.

С целью снижения рисков и их причин в работе производственных процессов принимаются решения по изменению технологического процесса за счет обратной связи по корректирующим действиям. При этом изменения в технологическом процессе могут проводиться, начиная с их моделирования и дальнейшей оптимизации по видам обработки (см. рис.1). На основании произведенных изменений может меняться структура и содержание технологического процесса.

Корректирующие действия направлены также на доработку и совершенствование управляющих программ для технологического оборудования.

Таким образом, руководители производственных процессов должны проводить оперативное управление и активно вмешиваться в ход процесса, изменяя запланированное распределение ресурсов, планы, сроки и результаты процесса в соответствии с изменившейся ситуацией. Регулирование действующих технологических процессов – это текущий контроль за производством и предупреждение брака путем своевременной коррекции технологических процессов.

Для эффективного управления производственным процессом система контроля качества его функционирования включает, прежде всего, организацию связи с оборудованием [2] и делает возможным:

- определение реального времени цикла;
- сбор данных о состоянии оборудования (автоматический цикл, наладка, поломка и т. д.);
- мониторинг использования инструмента и приспособлений;

- мониторинг параметров работы оборудования.

Система автоматизированного управления позволяет технологу осуществлять оперативное управление технологическим процессом, активно вмешиваясь в ход его выполнения, и принимать решение по его изменению. Основанием для принятия решения являются такие показатели, как:

- эффективность использования оборудования;
- данные о генеалогии партии;
- результаты мониторинга работы операторов и наладчиков – оценка производительности работы, качества и простоев;
- данные о текущих и прошедших циклах работы оборудования – количество, средняя продолжительность, максимальная продолжительность, минимальная продолжительность и т. д.;
- оценка результатов работы – количественные и качественные характеристики, получаемые в результате анализа данных о выходе продукции и браке.

При анализе эффективности использования оборудования необходимо базироваться на мониторинге и оценке работы оборудования за фиксированный период времени (год, месяц и т. д.).

Вычисляемые на основе мониторинга показатели позволяют своевременно принять упреждающие меры для недопущения ситуации, в которой имеющихся производственных мощностей будет недостаточно.

С помощью аналитической обработки данных технолог может проводить анализ отклонений параметров технологического процесса и прогнозировать качество изделия на основании аналитической обработки технологических данных, визуализация которых осуществляется в виде графиков, диаграмм, таблиц и других графических изображений.

Основанием для принятия решения являются фактические данные параметров, полученных от производственного процесса и технологической базы знаний. Для определения структуры знаний необходимо выделить понятия элементов знаний и структурировать понятия путем задания взаимосвязей между ними.

Отсюда вытекает необходимость в применении комплексного автоматизированного управления производственным процессом, интегрированным с CAPP, CAM и PDM системами. Комплексный подход в управлении позволяет осуществлять и контроль качества технологического процесса и проводить аналитическую об-

работку данных [2]. С этой целью необходимо решить вопрос обмена данными между различными программными системами, осуществляющие технологическую подготовку и управление рабочими центрами производственного процесса.

При этом технологическая подготовка должна создавать условия для реализации управляемого технологического процесса за счет оперативной обработки и анализа данных, полученных в результате измерения параметров деталей, мониторинга состояния технологического процесса, оборудования и инструмента.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Реализация комплексного автоматизированного управления производственным процессом возможна с применением обратных связей, направленных на коррекцию отклонений параметров технологического процесса, управляющих программ, параметров состояния оборудования (рабочих центров), инструмента и оснастки, а также на коррекцию оперативного плана выпуска изделий.

Эффективное управление производственным процессом в машиностроении во многом зависит от профессионализма технолога и его навыков работы с разными компьютерными системами. Оперативность и эффективность решений по изменению технологического процесса определяют мобильность технологической подготовки.

Представленная комплексная автоматизированная система управления производственным процессом является сложной информационной системой, где необходимо осуществлять обмен данными между разнородными программными системами. Обмен данными предлагается осуществлять с применением языка XML. С этой целью применяется универсальный XML-интерфейс между программными системами, созданный на основе XML-схем. Такой подход обеспечивает с одной стороны возможность работы с файлами в едином универсальном формате стандартным XML-инструментарием, а с другой стороны упрощает разрабатываемые программы для импорта/экспорта структурированных данных в XML-формате.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Камышев А. И. Неформальное применение процессного подхода – потенциал для повышения эффективности российских организаций // Методы менеджмента качества. 2011. № 1. С. 12–20. [[A. I. Kamyshev, "Informal application process approach – the potential to improve the efficiency of Russian organizations," *Methods of Quality Management*, no. 1, pp. 12-20, 2011.]]

2. **Лютов А. Г., Рябов Ю. В.** Интеллектуальная среда технолога при автоматизированной подготовке производственного процесса // Вестник УГАТУ. 2013. Т. 17, № 2 (55). С. 29–33. [[А. G. Liutov, Yu. V. Ryabov, "Intelligent protection technology at the automated preparation of the production process," *Vestnik UGATU*, vol. 17, no. 2 (55), pp. 29-33, 2013.]]

ОБ АВТОРАХ

ЛЮТОВ Алексей Германович, проф., зав.каф. автоматиз. технологич. процессов. Дипл. инж.-эл. (УГАТУ, 1985). Д-р техн. наук по сист. анализу, упр. и обр. инф. (УГАТУ, 2005). Иссл. в обл. автоматиз. и упр. сл. технологич. и произв. процессами.

РЯБОВ Юрий Васильевич, доц. каф. автоматиз. технологич. процессов. Дипл. инж.-мех. (УГАТУ, 1970). Канд. техн. наук по технол. автоматиз. пр-ва (Куйбышевск. политехн. ин-т, 1977). Иссл. в обл. повышения точности обр. на станках с ЧПУ.

ПОЛЕЗИН Сергей Анатольевич, нач. отдела. Дипл. инж.-мех. (УГАТУ, 1976).

METADATA

Title: Application of integrated automated control of production process in mechanical engineering.

Authors: A. G. Lutov, Y. V. Ryabov, S. A. Polesin.

Affiliation:

Ufa State Aviation Technical University (USATU), Russia.
Gidravlika Ufa Aggregate Enterprise (UAE «Gidravlika»), Russia.

Email: lutov1@mail.ru, ryabov_yuri_atp@mail.ru, polezinSA@technodinamika.ru

Language: Russian.

Source: Vestnik USATU, vol. 19, no. 2 (68), pp. 183-187, 2015.
ISSN 2225-2789 (Online), ISSN 1992-6502 (Print).

Abstract: The new model of automated control of production in mechanical engineering based on step-by-step realization of process approach is considered. Complex nature of automated management decides by integration of the technological preparation including CAD/CAPP/CAM/PDM – systems on control of the production including three important stages of receiving and information processing about functioning of the working centers. Feedback on the correcting actions of the operating programs of working cents, technological process of production of a product, parameters of production and the operating plan of production of a product are provided in system of automated control.

Key words: manufacturing process; management model; product quality; step-by-step implementation; hardware monitoring; corrective actions.

About authors:

LYUTOV, Alexey Germanovich, Prof., Head of the Automation of Technological Processes Department., Dipl. Electronics Engineer (USATU, 1985). Dr. of Technical Sciences (USATU, 2005).

RYABOV, Yury Vasilyevich, Associate Professor of the Automation of technological processes Department. Dipl. Mechanical Engineer (USATU, 1970). Candidate of Technical Sciences (KPU, 1977).

POLESIN, Sergey Anatolyevich, Head of the Department. Dipl. Mechanical Engineer (USATU)