

МЕТОДИКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ГЕНЕРАЦИИ ВАРИАНТОВ КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ ДЕТАЛЕЙ МЕХАНООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА

Е.П. Решетникова, П.Ю. Бочкарев

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., г. Саратов

Проведенный анализ подходов к технологической подготовке и организации изготовления деталей на механообрабатывающих производствах показал свое несовершенство, а именно существующие на данный момент системы автоматизированного проектирования технологических процессов не учитывают особенности конкретной производственной системы и, по сути, являются автоматизированными справочниками и средствами оформления технологической документации для разрабатываемого технологического процесса. Рост скорости смены номенклатуры выпускаемых деталей ведет к росту трудоемкости их изготовления в современном неавтоматизированном производстве, поэтому выходом из складывающейся ситуации является разработка новых подходов к проектированию в условиях многономенклатурного производства, автоматизация производства, разработка систем автоматизированного проектирования. В статье показана система автоматизированного планирования технологических процессов, разрабатываемая в Саратовском государственном техническом университете имени Гагарина Ю.А. Предлагается существенная ее доработка в виде разрабатываемой новой методики по выбору оптимального комплекта средств измерений в рамках системы планирования, что предполагает проведение анализа и совершенствование организации процесса контроля деталей при их производстве посредством его автоматизации. Также предложен алгоритм генерации контрольно-измерительных средств поверхностей деталей с целью повышения качества проектных решений при технологической подготовке механообрабатывающего производства. Задача автоматизации процесса контроля обрабатываемых деталей является одной из важнейших задач экономической эффективности производства. От правильности ее решения зависит качество конечной продукции, промежуточного и входного контроля на основных этапах производства.

Ключевые слова: качество продукции, рабочие средства контроля, автоматизация проектных процедур, экономическая эффективность контроля.

ВВЕДЕНИЕ

Особенность развития современного механообрабатывающего производства состоит в постоянном росте объема и сложности проектных работ в области технологической подготовки производства (ТПП). В этих условиях важнейшим направлением совершенствования ТПП является ее автоматизация.

Целью работы рассматривается возможность автоматизации процесса контроля в рамках планирования ТПП посредством назначения оптимального комплекта контрольно-измерительных средств (СИ) в автоматическом режиме. Для достижения поставленной цели необходимо решения ряда взаимосвязанных задач:

- формирование баз данных контрольно-измерительных средств и контролируемых поверхностей деталей;
- генерация всех возможных вариантов СИ в сложившихся производственных условиях;
- назначение в автоматическом режиме оптимального комплекта СИ.

Проведенный анализ работ [1-4] по созданию систем автоматизированного проектирования показал, что одним из положительных результатов являются предлагаемые решения, которые позволяют сократить трудоемкость технологических процессов, что спо-

собствует сокращению временных и материальных затрат в целом на производство. Однако вопросу повышения производительности процесса контроля деталей, который занимает особое значение в технологическом процессе и обеспечивает в итоге заданное качество изготавливаемой продукции, уделено не достаточно внимания, а также отсутствуют решения по его автоматизации. Эти задачи решаются непосредственно технологом и метрологической службой производства, в итоге качество контрольных операций напрямую зависит от их квалификации. При этом в условиях многономенклатурного производства достаточно сложно объективно просчитать все возможные варианты комплектов СИ для осуществления контрольных операций и выбрать из них оптимальный. Поэтому при разработке системы автоматизированного планирования технологических процессов важно устранить указанные недостатки путём полной автоматизации всех проектных процедур, в том числе по формированию рационального комплекта контрольных СИ и его адаптации к действующим производственным условиям. Научная новизна статьи заключается в создании модели формализации процедуры назначения оптимального комплекта средств контроля в рамках системы планирования технологических процессов, которая позволит сократить временные и материальные затраты при проектировании и реализации технологических операций в условиях

многономенклатурных механообрабатывающих производств.

Предлагаемая модель процедуры формирования рационального комплекта СИ является частью, разрабатываемой в СГТУ имени Гагарина Ю.А., системы планирования ТПП [5-8], которая состоит из двух страт: реализации технологических процессов (ТП) и проектирования технологических процессов. В качестве входной информации на страту 2 (проектирование ТП) поступают данные об изготавливаемых деталях, технологических характеристиках и степени готовности производственной системы. На выходе – разработанные варианты ТП и наиболее эффективный из них, который поступает в качестве управляющего алгоритма работы производственной системы. На страту 1 (реализация ТП) поступает информация об изменении производственной ситуации, которая после преобразования в качестве обратной связи поступает в страту 2. Выходная информация со страты 1 представляется в виде показателей, определяющих эффективность реализации ТП и работы производственной системы (рис.1).



Рис. 1. Стратифицированное представление системы планирования ТПП.

Стратифицированное представление процесса планирования ТП представлено на рисунке 1. Система планирования технологических процессов задается семейством моделей, каждая из которых описывает поведение системы с точки зрения различных уровней абстрагирования (“страт”). Для каждого уровня существует ряд характерных особенностей, законов и принципов с помощью которых и описывается поведение системы [5,7,8].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В работе [8] в рамках страты 1 (проектирования ТП) выделены основные эшелоны (шаги). Предлагаемая подсистема формирования генерации вариантов средств контроля поверхностей деталей является четвертым шагом системы планирования ТП, что делает неизбежным использование результатов предыдущих шагов.

Основополагающий этап системы планирования ТПП является этап разработки ТП обработки деталей. В настоящее время его разработка основывается на

усредненных конструктивных характеристиках заготовки, которые закладывает конструктор. Усредненные показатели не дают рационального технического решения для выбора технологии обработки деталей, выбора оснастки, технологического инструмента, в итоге разрабатывается технологический процесс, не обеспечивающий требуемой точности размерных связей детали, либо точность достигается со снижением производительности труда и повышением себестоимости изделия [9]. Представляемое решение основывается на установлении реальных размерных характеристик заготовок, путем осуществления входного контроля параметров заготовки изделия, а также назначение целесообразного комплекта СИ на основе генерации возможных вариантов, с помощью которого осуществляется процесс также и межоперационного, и выходного контроля качества изготавливаемой продукции.

Предлагаемое решение показано на рисунке 2, а именно исходными данными для генерации вариантов СИ являются базы данных контролируемых поверхностей обрабатываемых деталей и имеющиеся контрольные СИ в сложившихся производственных условиях.

Генерация возможных вариантов СИ представляет собой перебор множества вариантов СИ и установление возможности применения типа СИ для каждой поверхности. Ввиду большого разнообразия СИ генерация должна происходить поэтапно. На первых этапах устанавливаются параметры, позволяющие отсеять как можно большее количество СИ, а именно точность СИ (применение СИ согласно характеру обработки поверхности), однотипность (возможность использования одного и того же СИ для контроля группы поверхностей), что в дальнейшем сократит количество переборов СИ. Далее в зависимости от текущего технологического процесса при создании нового комплекта СИ необходимо назначить поверхности детали, которые возможно контролировать данным СИ, т.е. систематизировать взаимосвязь возможных вариантов ТП в производственной системе и комплектов контрольных СИ.

ТП состоит из кортежей технологических операций, информация о которых поступает с предыдущего этапа разработки вариантов маршрутов ТП в виде семейства множеств

$$T = \{T_1, T_2, T_3, \dots, T_i, \dots, T_n\} \quad (1)$$

где n - количество кортежей технологических операций. Каждый элемент T_i семейства представляет собой множество переходов, которые необходимо осуществить на одном виде оборудования в рамках одной технологической операции. Каждый переход T_{ij} ($j=1 \dots m_i$, m_i - количество переходов в i -м кортеже) характеризуется множеством параметров: T_{ij}^c , мо-

дель приспособления T_{ij}^n , тип обрабатываемой поверхности T_{ij}^s , размерные T_{ij}^p и точностные характеристики обрабатываемой поверхности, марка материала обрабатываемой поверхности T_{ij}^m , твердость обрабатываемой поверхности T_{ij}^{me} .

Основными параметрами влияющим на генерацию вариантов СИ принимается, T_{ij}^s , T_{ij}^p . Далее проверяется, существует ли средство измерения на данный момент в базе данных для возможности применения в условиях текущего ТП.

Представим совокупность всех разрабатываемых контрольных операций как систему $K=\{T, K\}$, элементами которой являются отдельные технологические операции и комплекты контрольных СИ.

Имеем множество технологических операций (1), и множество возможных вариантов контрольного инструмента

$$K=\{K_1, K_2, \dots, K_j, \dots, K_m\}$$

где m – количество различных типоразмеров контрольного инструмента.

Далее необходима проверка назначаемых СИ на однотипность, возможность применения одного контрольного СИ для групп поверхностей одинаковой точности получения.

Считаем, что при генерации можно получить все возможные варианты комплектов СИ. Таким образом, для каждой технологической операции T_i подбирается вариант контрольного инструмента K_j , чтобы сформированный комплект контрольного инструмента был наиболее рациональным для складывающихся производственных условий.

Предложенный вариант генерации СИ для контроля поверхностей деталей многономенклатурного производства представлен на рисунке 2.

Таким образом, выбор средств технологического контроля идет на уровне технологической операции в зависимости от типа контролируемой поверхности. Определяется номенклатура мерительного инструмента, объединяя его в комплект, который позволяет сократить затраты на процесс контроля размерных параметров при изготовлении заданного комплекта деталей производственной системы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Возрастающие требования к решению производственных задач с развитием наукоемких технологий, определяют необходимость принятия эффективных проектных процедур в минимальные сроки с целью достижения требований качества. Добиться этого возможно за счет решения задач по автоматизации

начальных этапов технологической подготовки производства.

В рамках работы рассмотрена задача автоматизированного назначения рационального комплекта измерительных средств при реализации технологических процессов контроля в подсистеме автоматизированной ТПП, также выявлена необходимость осуществления выбора средства измерения в зависимости от сложности контроля параметров поверхности изготавливаемой детали. Формирование оптимального варианта выбора комплекта контрольно-измерительных средств одна из важнейших задач экономической эффективности производства. От правильности ее решения зависит качество конечной продукции, промежуточного и входного контроля на этапах производства.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Митин, С.Г. Автоматизированное проектирование операций фрезерования при многономенклатурном производстве /С.Г. Митин, П.Ю. Бочкарев //Scientific proceedings X international congress "Machines, Technologies, Materials". – 2013. №2. – С.23-26.
2. Терехов, М. В. Автоматизация выбора оптимального режущего инструмента для многофункционального технологического оборудования с ЧПУ / М.В. Терехов, А.В. Аверченков // Вестник БГТУ.- 2010.№1 (25).С.13-21.
3. С.Н. Menq, М. Panitovska, М. S. Shunmugam, E. Savio, M. Ristic, P. Gu Production Scheduling and Rescheduling with Genetic Algorithms Christian Bierwirth, Dirk C. Mattfeld\ Evolutionary Computation Volume 7, Number 1
4. Measurement problems in technological shaping processes Grigoriev S.N., Teleshevskii V.I. Measurement Techniques. 2011. Т. 54. № 7. С. 744-749.
5. Бочкарев, П. Ю. Системное представление планирования технологических процессов механообработки [Текст] / П. Ю. Бочкарев // Технология машиностроения. - 2002. - N 1. - С. 10-14.
6. Решетникова, Е. П. Формализация выбора контрольно-измерительных средств для оценки размерных характеристик деталей со сложнопровильными поверхностями при разработке технологических процессов [Текст]/ Е. П. Решетникова, П. Ю. Бочкарев// Известия Волгоградского государственного технического университета. 2017. № 9 (204). С. 135-137.
7. Королев, А.В. Концепция гибких технологических процессов механообработки и методы их проектирования: учеб. пособие [Текст] / А.В. Королев, П.Ю. Бочкарев. – Саратов: СГТУ, 1997. – 119 с.
8. Кочадаев, А.В. Повышение качества проектных решений технологической подготовки многономенклатурных производственных систем механообработки на основе разработки моделей и автоматизированной подсистемы формирования последовательностей коротких технологических переходов [Текст]: дис. канд.тех. наук: 05.02.08: защищена 2006/ Кочадаев Алексей Викторович.- С., 2006.-181 с.- 230206.
9. Решетникова, Е. П. Разработка технологического процесса обработки сложнопровильных деталей в условиях механообработки предприятий аэрокосмической техники [Текст]/ Е. П. Решетникова, П. Ю. Бочкарев// Вестник Рыбинской государственной авиационной технологической академии им. П.А. Соловьева. 2017. № 1 (40). С. 222-227.

Решетникова Евгения Павловна – аспирант кафедры «Технология машиностроения», ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Ю. А. Гагарина», тел. (8452) 99-86-30, e-mail: purpose22@mail.ru

Бочкарев Петр Юрьевич – д.т.н., профессор, профессор кафедры «Техническая механика и детали машин» ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Ю. А. Гагарина», тел. +79272213640, e-mail: bpy@sstu.ru.

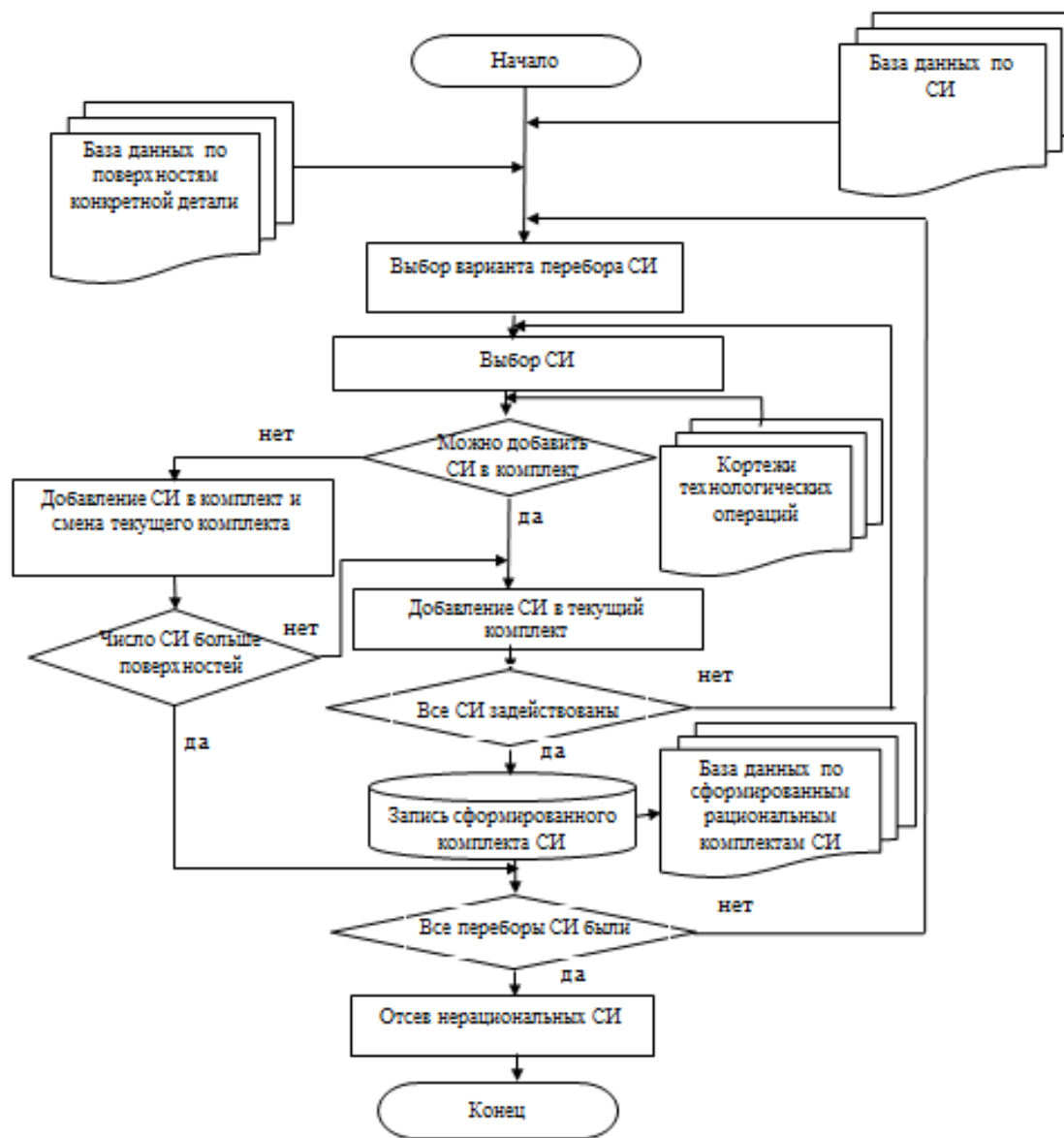


Рис. 2. Алгоритм формирования последовательностей средств контроля в подсистеме автоматизированного проектирования ТПП

THE PROCEDURE OF AUTOMATED GENERATION INSTRUMENTATION ASSETS'S VARIANTS MACHINING PRODUCTION PARTS

E.P. Reshetnikova, P.Yu. Bochkarev

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Saratov

Abstract – The analysis of approaches to technological preparation and organization of manufacture of parts on manufacturing industries showed his imperfection, namely the currently existing computer aided design of technological processes do not take into account the specific features of the production system and, in fact, are automated manuals and media process documentation of the developed process. Increase in the rate of change of the range of parts leads to an increase in the complexity of their manufacture in the modern human manufacture, so the way out of this situation is the development of new approaches to the design of the multi-product production, production automation, development of computer-aided design. The article shows the system of the automated planning of the technological processes developed in Gagarin Saratov state technical university, Saratov, Russian Federation. It is proposed to significantly refine it in the form of a new methodology for the selection of the optimal set of measuring instruments within the planning system, which involves the analysis and improvement of the organization of the process of control of parts in their production through its automation. Also the algorithm of generation of control and measuring means of surfaces of details for the purpose of improvement of quality of design decisions at technological preparation of machining production is offered. The task of automation of the process of control of machined parts is one of the most important tasks of economic efficiency. The quality of the final product, intermediate and input control at the main stages of production depends on the correctness of its solution.

Index terms: product quality, working means of control, automation of design procedures, economic efficiency of control.

REFERENCES

1. Mitin, S.G. Avtomatizirovanoe proektirovanie operatsii freezerovaniia pri mnogonomenklaturnom proizvodstve /S.G. Mitin, P.Iu. Bochkarev //Scientific proceedings X international congress "Machines, Technologies, Materials".– 2013. №2.– S.23-26.
2. Terekhov, M. V. Avtomatizatsiia vybora optimal'nogo rezhushchego instrumenta dlia mnogofunktional'nogo tekhnologeskogo oborudovaniia s ChPU / M.V. Terekhov, A.V. AVerchenkov // Vestnik BGTU.- 2010.№1 (25).S.13-21.
3. C.H. Menq, M. Panitovska, M. S. Shunmugam, E. Savio, M. Ristic, P. Gu Production Scheduling and Rescheduling with Genetic Algorithms Christian Bierwirth, Dirk C. Mattfeld\ Evolutionary Computation Volume 7, Number 1
4. Measurement problems in technological shaping processes Grigoriev S.N., Teleshevskii V.I. Measurement Techniques. 2011. T. 54. № 7. S. 744-749.
5. Bochkarev, P. Iu. Sistemnoe predstavlenie planirovaniia tekhnologicheskikh protsessov mekhanooobrabotki [Tekst] / P. Iu. Bochkarev // Tekhnologiiia mashinostroeniia. - 2002. - N 1. - S. 10-14.
6. Reshetnikova, E. P. Formalizatsiia vybora kontrol'no-izmeritel'nykh sredstv dlia otsenki razmernykh kharakteristik detalei so slozhnoprofil'nymi poverkhnostiami pri razrabotke tekhnologicheskikh protsessov [Tekst]/ E. P. Reshetnikova, P. Iu. Bochkarev// Izvestiia Volgogradskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. 2017. № 9 (204). S. 135-137.
7. Korolev, A.V. Kontseptsiia gibkikh tekhnologicheskikh protsessov mekhanooobrabotki i metody ikh proektirovaniia: ucheb. posobie [Tekst] / A.V. Korolev, P.Iu. Bochkarev. – Sara-tov: SGTU, 1997. – 119 s.
8. Kochedaev, A.V. Povyshenie kachestva proektnykh reshenii tekhnologicheskoi podgotovki mnogonomenklaturnykh proizvod-stvennykh sistem mekhanooobrabotki na osnove razrabotki modelei i avtomatizirovannoi podsistemy formirovaniia posledovatel'nostei kortezhei tekhnologicheskikh perekhodov [Tekst]: dis. kand.tekh. nauk: 05.02.08: zashchishchena 2006/ Kochedaev Aleksei Viktorovich.- S., 2006.-181 s.- 230206.
9. Reshetnikova, E. P. Razrabotka tekhnologicheskogo protsessa obrabotki slozhnoprofil'nykh detalei v usloviakh mekhanooobratyvaiushchikh predpriatii aerokosmicheskoi tekhniki [Tekst]/ E. P. Reshetnikova, P. Iu. Bochkarev// Vestnik Rybinskoi gosudarstvennoi aviatsionnoi tekhnologicheskoi akademii im. P.A. Solov'eva. 2017. № 1 (40). S. 222-227.

Reshetnikova Evgeniia P. – postgraduate student of department «Mechanical engineering», Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, phone: (8452) 99-86-30, e-mail: purpose22@mail.ru

Bochkarev Petr Yu. – professor of department «Engineering mechanics and machine's elements», Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, phone: +79272213640, e-mail: bpy@sstu.ru