

К ВОПРОСУ О ПОДХОДЕ К ОПТИМИЗАЦИИ ОПЕРАЦИЙ ПРИ ОБРАБОТКЕ ДЕТАЛЕЙ НА СТАНКАХ С ЧПУ

Тараховский А.Ю., Богуцкий В.Б.

Севастопольский государственный университет, г.Севастополь

Ключевые слова: режимы резания, станки с ЧПУ, оптимизация, линейное и стохастическое программирование, алгоритмы управления.

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы, возникающие при назначении режимов резания при обработке на станках с ЧПУ. Предполагается, что более эффективными в данном случае, будут алгоритмы, построенные на основе соответствия управления фактическому состоянию системы. Поскольку этап разработки стратегии и алгоритмов управления на станках с ЧПУ предшествует этапу управления, то для решения задачи необходимо проводить прогноз изменений состояния системы при различных вариантах управления или, иначе говоря, реализовать принцип управления на основе прогноза.

TO THE QUESTION OF APPROACH TO OPTIMIZATION OF OPERATIONS IN THE PROCESSING OF DETAIL ON CNC MACHINES

Tarakhovskiy A.Yu., Bogutskiy V.B.

Sevastopol State University, Sevastopol

Keywords: cutting modes, CNC machines, optimization, linear and stochastic programming, control algorithms.

Abstract. The article deals with the issues that arise when assigning cutting modes for processing on CNC machines. It is assumed that more effective in this case, will be algorithms built on the basis of the correspondence of the control to the actual state of the system. Since the development stage of the strategy and control algorithms on CNC machines precedes the control stage, to solve the problem, it is necessary to predict changes in the state of the system with different control options or, in other words, to implement the principle of control based on the forecast.

Широкое применение и развитие конструкций станков с ЧПУ характерно для машиностроительного производства в промышленно развитых странах и соответствует современным требованиям рынка – частой смене наименований производимых деталей и сокращение срока их выпуска в условиях и мелко и среднесерийного производства. Как показано в [1-3 и др.], резание металлов является сложным комплексным процессом, на который воздействует значительное количество систематических и случайных факторов, вызывающих значительные погрешности обработки.

Наиболее распространенным методом назначения режимных параметров операций при механической обработке деталей на станках с ЧПУ является использование общемашиностроительных параметров режимов резания и норм времени [4 и др.], которые составлены на основании обобщения. Так, по рекомендациям таких нормативов, после выполнения траекторных расчетов для каждого режущего инструмента назначаются режимы обработки. При этом упрощенно учитываются: тип и физическое состояние станка, марка и материал режущего инструмента, а так же физико-механические свойства материала

детали. Известны и системы проектирования, позволяющие автоматизировать процедуру выбора входных переменных технологических операций [5, 6 и др.].

Другим вариантом неоптимального проектирования операций (проектирование без применения методов оптимизации) является расчет режимов резания по эмпирическим зависимостям теории резания материалов, методики которых приводятся во многих справочных изданиях.

Основными преимуществами методов неоптимального проектирования является их простота, возможность реализации в различных типах производств. К недостаткам – невысокая точность определения параметров процесса. При назначении режимов резания не учитываются особенности конструкции и технического состояния станка, режущего инструмента.

Рассмотренные недостатки вызвали необходимость при более точном проектировании операций применять методы исследования операций и методы теории оптимального управления. Для операций, выполняемых лезвийным инструментом, наиболее широкое применение нашли методы линейного и стохастического программирования [7-9 и др.]. Оптимизация выполняется на основе использования как теоретических, так и эмпирических зависимостей. Конструкции современных станков и систем управления позволяют непрерывно или периодически изменять элементы режимов обработки, благодаря чему становится возможным в начале обработки снимать большие припуски, а в конце обработки достигать высокую точность и качество поверхностей. Обработка выполняется с изменением режима по циклам. Сущность построения данных циклов заключается в следующем – в качестве параметров управляющего воздействия, как правило, принимаются скорость вращения детали и (или) продольную подачу. Затем выбирается такая закономерность изменения управляющего воздействия, при которой минимизируется время обработки или затраты на изготовление детали (партии деталей) при условии обеспечения требуемой точности обработки и качественных характеристик поверхности. Характеристики оптимального управления определяются на основании системы имеющихся теоретических и экспериментальных зависимостей. Программа управления процессом описывается как функция скорости удаления материала от размера заданного припуска.

Однако данные алгоритмы не могут обеспечить полное использование технологических возможностей оборудования с ЧПУ, так как, либо совсем не учитывают текущее состояние технологической системы, либо отражают изменение ее характеристик со значительным запаздыванием. Можно рассчитывать, что более эффективными будут алгоритмы, построенные на основе соответствия управления фактическому состоянию системы. Поскольку этап разработки стратегии и алгоритмов управления на станках с ЧПУ предшествует этапу управления, то для решения задачи необходимо проводить прогноз изменений состояния системы при различных вариантах управления или, иначе говоря, реализовать принцип управления на основе прогноза.

При разработке этой проблемы необходимо решить ряд сложных задач, связанных с классификацией возмущений, определением вида возмущения при

наличии ограниченной информации о процессе, математическом моделировании поведения систем.

На первом этапе необходимо создать алгоритмы управления на основе прогноза применительно к операциям механической обработки, как наиболее чувствительным к изменениям состояния технологической системы и воздействию возмущений. При этом наибольшее внимание следует уделить прогнозируемым изменениям и возмущениям.

Список литературы

1. Мазур Н.П., Внуков Ю.Н., Грабченко А.И., Новоселов Ю.К. и др. Основы теории резания материалов: учебник. Харьков: НТУ «ХПИ». 2013. 534 с.
2. Trent E.M., Wright P.K. Metal Cutting. Monogr. 4th Ed. Boston: Butterworth–Heinemann Publ.. 2000. 464 p.
3. DeVries W.R. Analysis of material removal processes. Springer-Verlag. 1992. 269 p
4. Общемашиностроительные нормативы режимов резания: Справочник: В 2-х т.: Т.1 / А.Д. Локтев, И.Ф. Гуцин, В.А. Батуев и др. М.: Машиностроение, 1991. 640 с.
5. Thomassen M., Sjøbakk B., Alfnes E.A strategic approach for automation technology initiatives selection // IFIP International Conference on Advances in Production Management Systems (APMS), 2014. P. 1-28.
6. Невлюдов И.Ш., Великодный С.С., Омаров М.А. Использование CAD/CAM/CAE/CAPP при формировании управляющих программ для станков с ЧПУ // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2010. Т. 2, № 2(44). С. 37-44.
7. Таха, Хемди А. Введение в исследование операций. 7-е изд.: Пер. с англ. М.: Изд. дом «Вильямс», 2005. 912 с.
8. Богуцкий В.Б., Шрон Л.Б., Гордеева Э.С., Новоселов Ю.К. Применение метода динамического программирования для проектирования циклов круглого шлифования // Вестник современных технологий. 2020. № 2 (18). С. 33-38.
9. Marti K. Stochastic optimization methods: applications in engineering and operations research. Springer- Berlin Heidelberg, 2015. – 368 p.
10. Колесов А.Г., Сидоров Д.Е., Тараховский А.Ю. САМ системы и режимы резания // Journal of Advanced Research in Technical Science. 2020. №18. С. 11-13.

Сведения об авторах:

Тараховский Алексей Юрьевич – к.т.н., доцент, СевГУ, г. Севастополь;
Богуцкий Владимир Борисович – к.т.н., СевГУ, г. Севастополь.