

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА САМ-МОДУЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДВУХСТУПЕНЧАТОГО ЦИКЛА КРУГЛОГО ШЛИФОВАНИЯ НА БАЗЕ ОБЩЕМАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ НОРМАТИВОВ

Л.В. Шипулин, Н.Е. Миронова, И.В. Дьячкова

В статье рассматривается разработка алгоритма САМ-модуля системы АДЕМ для проектирования операций круглого врезного шлифования в виде двухступенчатого цикла. Решаются две основные задачи – разработка алгоритма проектирования цикла в соответствии с общемашиностроительными режимами резания и формирование на основе спроектированного цикла управляющей программы.

Ключевые слова: круглое шлифование, алгоритм проектирования цикла, управляющая программа для круглого шлифования.

Одним из наиболее распространенных процессов получения цилиндрических поверхностей высокой точности и низкой шероховатости является круглое врезное шлифование, которое осуществляется на круглошлифовальных станках. В современном машиностроении наметилась тенденция замены универсальных круглошлифовальных станков на станки с числовым программным управлением. Использование таких станков требует задания управляющей программы, содержащей команды для движения рабочих органов.

Разработка управляющих программ для станков с ЧПУ осуществляется инженером-технологом на этапе технологической подготовки производства. При проектировании операций лезвийной обработки для этих целей эффективно используют компьютерные САМ-системы, позволяющие в ав-

томатизированном режиме разработать управляющую программу. В настоящее время для процессов шлифования подобные САМ-системы отсутствуют.

В связи с этим разработку управляющих программ для шлифовальных станков технолог вынужден выполнять вручную, в результате чего качество операций напрямую зависит от его квалификации. В то же время в общемашиностроительных нормативах на режимы резания [1] содержатся рекомендации по проектированию операций круглого шлифования в виде двухступенчатого цикла, включающего черновую и чистовую ступени.

Используя таблицы и расчетные методики из нормативов, имеется возможность разделения припуска на части и назначения на каждую из них различающихся режимов резания. Такие действия хоть и позволяют разработать технологию лучше, чем обработку с константной подачей, но требуют значительных временных и кадровых затрат. Сокращение временных затрат на поиск технологом нужных поправочных коэффициентов по двенадцати картам возможно за счет разработки компьютерного САМ-модуля, позволяющего автоматизировать разработку двухступенчатого цикла по нормативной методике [1].

При создании САМ-модуля необходимо решить две основные задачи: определить траектории движения рабочих органов и назначить режимы резания. При круглом шлифовании абразивный инструмент движется по направлению к оси вращения детали со скоростью подачи, т.е. траектория обработки заранее определена и однозначна. Иначе дело обстоит со скоростью радиальной подачи инструмента. Скорость подачи является одним из основных параметров управления, напрямую оказывающим влияние на производительность процесса. Имеется ряд работ, посвященных разработке научных основ проектирования циклов шлифования [2–4].

В общемашиностроительных нормативах предлагается двухступенчатый цикл. Рекомендации по его проектированию в нормативах представлены в виде описательной последовательности действий. На основе этого описания разрабатывается алгоритм расчета параметров двухступенчатого цикла круглого врезного шлифования (рис. 1).

Основными исходными данными алгоритма являются: обрабатываемый материал, точность размеров и формы заготовки и готовой детали, шероховатость поверхности и податливость технологической системы. Кроме этого учитываются размеры обрабатываемой поверхности, точность станка, класс СОЖ и характеристики шлифовального круга. Ввод исходных данных осуществляется путем заполнения файла excel (рис. 2).

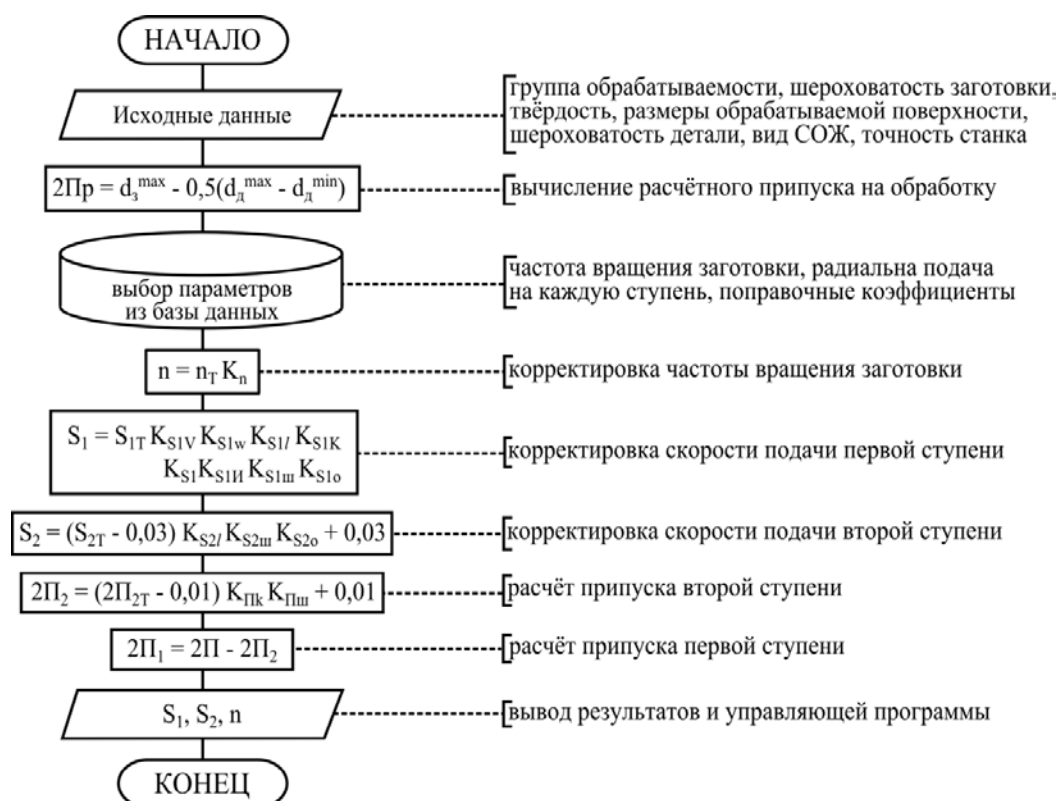


Рис. 1. Алгоритм расчета круглого врезного шлифования

ПАРАМЕТРЫ ЗАГОТОВКИ	
Обрабатываемый диаметр заготовки, мм	60
Группа обрабатываемого материала (см. рекомендации)	6а
Твердость обрабатываемой поверхности по шкале HRC	48
Ширина обрабатываемой поверхности, мм	25
Припуск на обработку на диаметр, мм	0,4
Форма поверхности	Прерывистая
Количество галтелей	1
Радиус галтели, мм	5
Квалитет заготовки	12
Квалитет готовой детали	7
Допуск на диаметр готовой детали, мкм	16
Шероховатость готовой поверхности Ra, мкм	1,25
ПАРАМЕТРЫ ИНСТРУМЕНТА И СТАНКА	
Скорость вращения инструмента	35
Максимальная скорость рабочей подачи станка, мм/мин	4
Диаметр шлифовального круга, мм	500
Материал шлифовального круга	Хромтитанистый электрокорунд (92А)
Зернистость инструмента	45
Класс СОЖ	Синтетические и полусинтетические остальные растворы
Координата X начального положения круга, мм	250
Постоянство диаметра в поперечном сечении (по паспорту станка), мкм. Если неизвестно - оставить "0"	2,5
Постоянство диаметра в продольном сечении (по паспорту станка), мкм. Если неизвестно - оставить "0"	10
Погрешность измерения (по паспорту прибора активного контроля), мкм. Если неизвестно - оставить "0"	0

Рис. 2. Файл excel с вводными данными

После считывания исходных данных программой из файла excel рассчитывается припуск под обработку. Далее из базы данных, созданной на основе карт и приложений общемашиностроительных нормативов, выбираются необходимые параметры: частота вращения заготовки, скорости радиальных подач на каждую ступень и комплекс поправочных коэффициентов. В трех следующих блоках осуществляется корректировка частоты вращения заготовки и скоростей радиальной подачи инструмента. На заключительном этапе рассчитываются величины черного и чистового припусков. Результатом выполнения алгоритма является создание двух файлов с результатами: информацией о цикле (рис. 3) и управляющей программой для станка с ЧПУ (рис. 4).

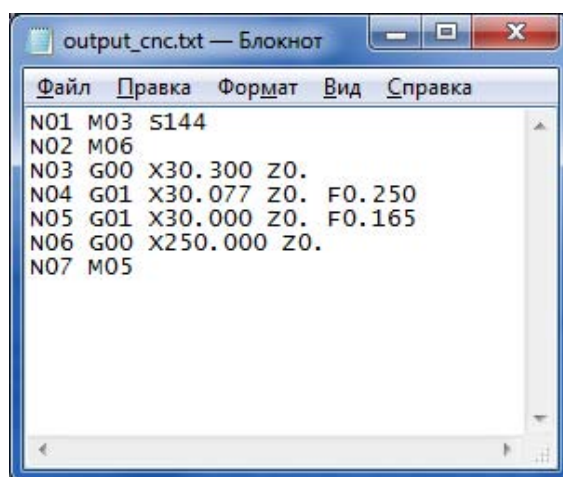
ПАРАМЕТРЫ ЗАГОТОВКИ	
Диаметр заготовки, мм.....	60
Группа обрабатываемого материала.....	6
Твердость поверхности HRC.....	48
Ширина обработки, мм.....	25
Припуск на диаметр, мм.....	0.2
Вид поверхности.....	Прерывист
Количество галтелей.....	1
Радиус галтелей.....	5
Квалитет заготовки.....	12
Квалитет детали.....	7
Допуск на размер, мкм.....	16
Шероховатость после обработки Ra, мкм.....	1.25

ПАРАМЕТРЫ СТАНКА И ИНСТРУМЕНТА	
Максимальная подача станка, мм/мин.....	4
Диаметр шлифовального круга, мм.....	500
Зернистость инструмента.....	45
Погрешность обработки в % от допуска.....	64

ПАРАМЕТРЫ СПРОЕКТИРОВАННОГО ЦИКЛА	
Частота вращения заготовки (табличная), об/мин...180	
Частота вращения заготовки (принятая), об/мин...144	
Скорость вращения инструмента, м/с.....	35
Подача черновой стадии (табличная), мм/мин.....	1.1
Подача чистовой стадии (табличная), мм/мин.....	0.19
Подача черновой стадии (принятая), мм/мин.....	0.25
Подача чистовой стадии (принятая), мм/мин.....	0.165
Припуск на черновую подачу (табличный), мм.....	0.173
Припуск на чистовую подачу (табличный), мм.....	0.027
Припуск на черновую подачу (принятый), мм.....	0.124
Припуск на чистовую подачу (принятый), мм.....	0.076
Применяема сож.....	Синтет

ПОПРАВочНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ (для справки)	
На частоту вращения заготовки.....	0.8
На черновую подачу по скорости резания.....	0.72
На черновую подачу по типу поверхности.....	0.8
На черновую подачу по квалитетам.....	0.98
На черновую подачу по допуску и шероховатости....	0.64
На черновую подачу по инструменту.....	0.7
На черновую подачу по шероховатости.....	0.9
На чистовую подачу по шероховатости.....	0.87
На черновой припуск по виду сож.....	0.95
На черновой припуск по квалитетам.....	0.75

Рис. 3. Файл txt с результатами – параметрами процесса и цикла



```
output_cnc.txt — Блокнот
Файл  Правка  Формат  Вид  Справка
N01 M03 S144
N02 M06
N03 G00 X30.300 Z0.
N04 G01 X30.077 Z0. F0.250
N05 G01 X30.000 Z0. F0.165
N06 G00 X250.000 Z0.
N07 M05
```

Рис. 4. Файл txt с результатами –
управляющей программой

Реализация представленного на рис. 1 алгоритма средствами языка программирования С# позволила получить САМ-модуль круглого шлифования, который позволяет на основе введенных пользователем данных о проектируемой операции получить спроектированный двухступенчатый цикл обработки. Применение такого модуля на практике позволит инженеру-технологу проектировать двухступенчатый цикл обработки, который обеспечит большую производительность, чем шлифование с константной подачей. В то же время применение разработанного комплекса как альтернативы нормативному справочнику в твердом переплете позволяет сократить время проектирования операции и исключить вероятность ошибки.

Библиографический список

1. Общемашиностроительные нормативы режимов резания. Справочник в 2 т. Т 2 / А.Д. Локтев, И.Ф. Гушин, Б.Н. Балашов, М.Ф. Бокгольд и др. – М.: Машиностроение, 1991. – 304 с.
2. Дьяконов, А.А. Методика проектирования операций плоского шлифования периферией круга в виде трехступенчатого цикла / А.А. Дьяконов // Научные технологии в машиностроении. – 2013. – № 12 (30). – С. 12–18.
3. Гузеев, В.И. Методика проектирования цикла круглого врезного шлифования на основе тестового определения жесткости технологической системы / В.И. Гузеев, А.Х. Нуркенов // СТИН. – 2014. – № 8. – С. 31–35.
4. Переверзев, П.П. Моделирование технологических ограничений при оптимизации автоматических циклов шлифования / П.П. Переверзев // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Машиностроение». – 2012. – № 12 (271). – С. 165–168.

[К содержанию](#)