

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
общеобразовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

На правах рукописи

Жеребцов Дмитрий Викторович

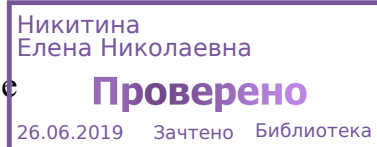
Повышение производительности обработки корпусных деталей на современ-
ных станках с числовым программным управлением

Направление подготовки 15.04.05 – «Конструкторско-технологическое
обеспечение машиностроительных производств»
Магистерская программа – «Технология машиностроения»

АВТОРЕФЕРАТ
МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ

Комсомольск-на-Амуре

2019



Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет» (ФГБОУ ВО «КНАГУ»)

Научный руководитель: кандидат технических наук, доцент
Пронин Александр Иннокентьевич

Рецензент: Верещагина Александра Сергеевна
(ФГБОУ ВО НГТУ, Новосибирск)

Защита состоится « 25 » июня 2019 г. в 9-00 часов на заседании Государственной экзаменационной комиссии в ФГБОУ ВО «КНАГУ» по адресу: 681013, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27, ФГБОУ ВО «КНАГУ», ауд. 124 - 2 корпус.

Секретарь ГАК

Е.Г. Кравченко

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Основными факторами успеха в современном промышленном производстве являются: сокращение срока выхода продукции на рынок, снижение ее себестоимости и повышение качества. К числу наиболее эффективных технологий, позволяющих выполнить эти требования, принадлежат так называемые CAD/CAM (системы автоматизированного проектирования и технологической подготовки производства).

В настоящее время многие предприятия России занимаются внедрением систем автоматизированного проектирования изделий, к этому вынуждают условия рынка, на котором выигрывают предприятия с наименьшими затратами производящие нужную продукцию высокого качества. Быстрое освоение новой продукции возможно в современных условиях только на основе сквозных автоматизированных систем проектирования, являющихся составной частью интегрированных гибких производственных систем: CAD/CAM/CAE/FMS/PDM/EPD.

Наличие нескольких вариантов техпроцесса предполагает постановку задачи выбора наилучшего варианта. Такой вариант техпроцесса, обеспечивающий выполнение в конкретных производственных условиях все требования чертежа детали и дающий наилучшее значение выходных показателей, называется оптимальным.

Актуальность темы магистерской диссертации:

Повышение производительности обработки на многоцелевых станках с ЧПУ может быть достигнуто путем снижения, времени, затрачиваемого на холостые перемещения.

Сущность оптимизации заключается в следующем. Каждая корпусная деталь характеризуется большим количеством отверстий, отличающихся диаметрными размерами, точностью.

В каждой плоскости детали может быть расположено по несколько групп одинаковых отверстий. Одинаковые отверстия имеются также в раз-

ных стенках детали. Обработка этих отверстий возможна по многим основным вариантам, отличающихся последовательностью работы инструментов, величиной и составом вспомогательного времени. Сокращение вспомогательного времени при обработке деталей значительно повышает эффективность использования технологического оборудования, особенно дорогостоящих многоцелевых станков.

Проблеме оптимизации именно вспомогательного времени, затрачиваемого на холостые перемещения при выполнении многоцелевых операций на станках с ЧПУ, исследователи до сих пор не уделяли должного внимания. Следует отметить, что и наиболее распространенные современные САМ системы не имеют модулей, позволяющих оптимизировать последовательность выполнения переходов обработки отверстий. Порядок обработки отверстий в детали с различными формами и размерами отверстий, последовательность смены инструмента, поворот стола как показывает практика, до сих пор определяет технолог на основе личного опыта без применения современных методов моделирования и оптимизации. Однако, зачастую количество вариантов последовательностей выполнения переходов значительно. Без применения специальных алгоритмов и перебора большого количества вариантов с полным анализом последствий выбора осуществить не возможно.

По результатам предварительных исследований при моделировании процесса обработки отверстий в корпусных деталях на многоцелевых станках оптимизация последовательности переходов позволяет сократить до 50% времени на холостые перемещения.

Научная новизна: решение актуальной научной задачи – разработка новых алгоритмов последовательности обработки отверстий на многоцелевых станках с ЧПУ с минимизацией вспомогательного времени, затрачиваемого на холостые перемещения инструмента, с учетом дополнительных ограничений, в качестве которых приняты стойкость инструментов и минимальные и достаточные величины отхода инструмента, гарантирующие вы-

полнение его холостых перемещений от отверстия к отверстию без столкновений с заготовкой.

Цель магистерской диссертации: повышение производительности процесса обработки отверстий детали «Корпус», характеризующаяся большим количеством отверстий, отличающихся диаметральными размерами, точностью, на многоцелевом станке с ЧПУ путем минимизации вспомогательного времени на основе построения нескольких алгоритмов последовательности обработки и выбор лучшего, позволяющего выполнить оптимальную последовательность выполнения переходов в САМ системе NX 10.0.

Задачи исследования:

1) Определение основных подходов в формировании общих и частных стратегий обработки отверстий в корпусных деталях на многоцелевых станках с ЧПУ, сложившихся в современном машиностроении.

2) Анализ алгоритмических решений и методов определения наикратчайшего маршрута перемещений инструментов от отверстия к отверстию и оптимальной последовательности обработки отверстий в корпусных деталях с учетом ограничений по перемещениям.

3) Разработать информационно связанные модели детали, заготовки и механической обработки на основе CAD/CAM - систем;

4) Разработать управляющую программу для нескольких предложенных вариантов обработки отверстий для станков с ЧПУ;

5) Теоретическое подтверждение эффективности предложенных решений.

Научная новизна: разработан алгоритм оптимизации последовательности обработки отверстий на многоцелевых станках с ЧПУ с минимизацией вспомогательного времени, затрачиваемого на холостые перемещения инструмента, с учетом дополнительных ограничений, в качестве которых приняты стойкость инструментов и минимальные и достаточные величины отхода инструмента, гарантирующие выполнение его холостых перемещений от отверстия к отверстию без столкновений с заготовкой.

Теоретическая значимость результатов исследования состоит в том, что они вносят вклад в развитие теоретических основ технологии машиностроения, и применяются в основном образовательном процессе и курсах повышения квалификации, при подготовке бакалавров и магистров по направлениям: «Конструкторско - технологическое обеспечение машиностроительных производств», «Машиностроение».

Практическая ценность исследования заключается в:

Технологических рекомендациях определения последовательности выполнения переходов, позволяющих повысить производительность и минимизировать вспомогательное время, затрачиваемое на холостые переходы при обработке отверстий на многоцелевых станках с ЧПУ.

Апробация работы. Основные положения изложенные в работе были опубликованы в различных изданиях:

1 Пронин А.И. Оптимизация холостых перемещений инструмента при обработке деталей на многоцелевых станках / А.И. Пронин, Д.В. Жеребцов // сборник статей VI Международной научно-практической конференции 27 апреля 2019 г. – с. 63 - 66.

2 Жеребцов Д.В. Повышение производительности обработки деталей на многоцелевых станках с ЧПУ за счёт выбора оптимальной стратегии перемещения режущего инструмента / Д.В. Жеребцов // сборник статей VI Международной научно-практической конференции 12 июня 2019 г. – с. 135 - 138.

Структура и объем работы. Структура диссертационной работы включает один том, состоящий из введения, трех глав, заключения, списка использованных источников. Основной текст диссертации изложен на 68 страницах, включая 39 рисунков, 7 таблиц, библиографический список из 23 наименований.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы диссертации. Изложены основные положения, выносимые на защиту. Сформулирована цель и задачи работы, определены новизна и практическая значимость, представлена апробация работы.

В первой главе выполнен литературный обзор по вопросам технического и технологического обеспечения при обработке корпусных деталей на станках с ЧПУ, особенности обработки корпусных деталей, процедура выбора режущего инструмента для обработки отверстий (таблица 1), программное обеспечение процесса обработки корпусных деталей.

Таблица 1 - Инструмент для обработки отверстий на станках с ЧПУ

| Диаметр отверстия, D, мм | Диаметр инструмента d, мм | | | | | | | |
|--------------------------|---------------------------|-----------------|--|--------|--------|-----------|----------|--|
| | Центровочное сверло | | Точность по диаметру отверстия, качество | | | | | |
| | спиральное | Комбинированное | 11 | 7...8 | | | | |
| | | | Сверло | Сверло | Зенкер | Развёртка | | |
| | | | | | | Черновая | Чистовая | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | |
| 2...3 | 6.3 | 1.0 | D | D-0.1 | - | - | DH7 | |
| | | - | | | - | - | | |
| 3...4 | | 2.5 | | | - | - | | |
| 4...6 | 10.0 | 4.0 | | D-0.2 | - | - | | |
| 6...8 | | 5.0 | | | - | - | | |
| 8...10 | | | | | - | D-0.04 | | |
| 10...13 | 15.0 | 6.3 | | D-1.0 | D-0.15 | D-0.05 | | |
| 13...15 | 20.0 | 8.0 | | | | | | |
| 15...18 | - | - | | | | | | |
| 18...30 | - | - | | D-2.0 | D-0.2 | D-0.06 | | |

Во второй главе исследованы теоретические предпосылки к решению задачи оптимизации холостых перемещений инструмента при обработке деталей, описана сущность структурной оптимизации технологического процесса, перечислены возможные методы решения задачи сокращения вспомогательного времени и методы формирования маршрута режущего инструмента.

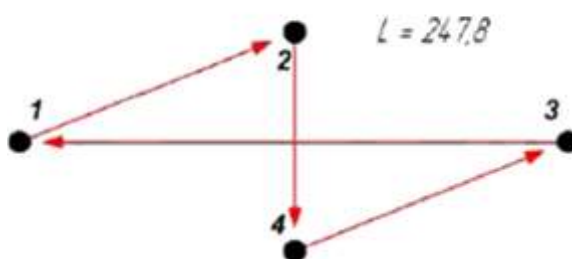


Рисунок 1 - Маршрут, сформированный по «жадному» алгоритму

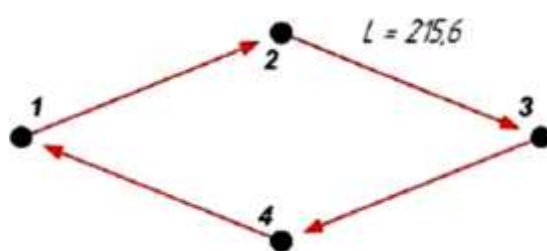


Рисунок 2 – Оптимальный маршрут обхода вершин графа

В третьей главе проведено экспериментальное исследование по определению экономичного маршрута режущего инструмента и аналитическим методом выбор оптимального, в CAD/CAM системе была создана 3D–модель детали «Корпус» (рисунок 3), были предложены несколько вариантов обработки отверстий.

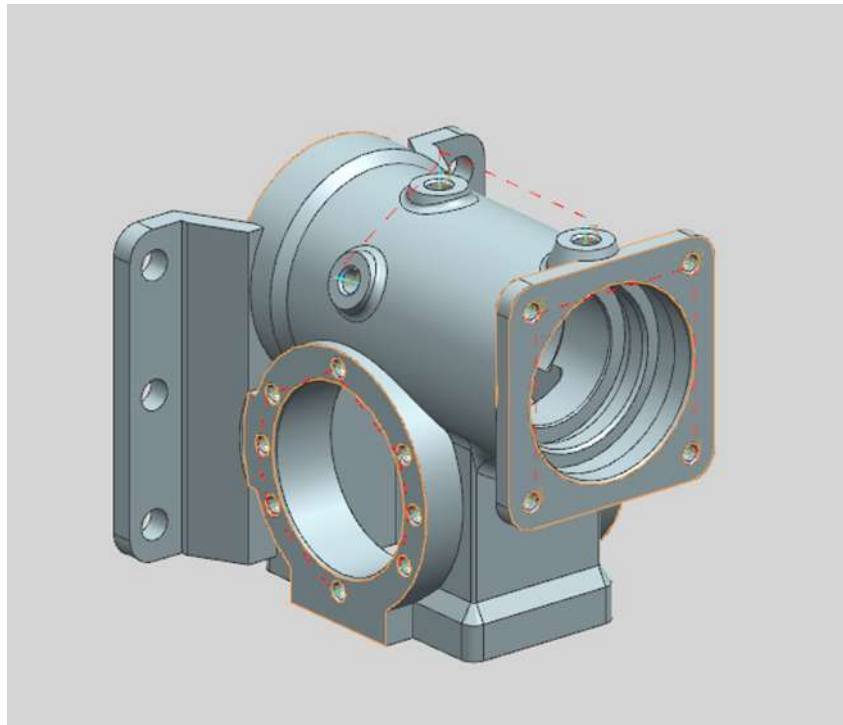


Рисунок 3 - Траектории движения инструмента на детали «Корпус»

Экспериментальная часть исследования проведена в несколько этапов (рисунок 4).



Рисунок 4 - Технологическая схема обработки отверстий с использованием системы NX 10.0

На **первом** этапе осуществлен выбор тестовой детали. При подборе детали принималось во внимание, что поверхности их должны иметь не менее 3 обрабатываемых областей.

На **втором** этапе проводилось создание трёхмерной модели тестовой детали с использованием NX CAD.

На **третьем** этапе разрабатывались управляющие программы обработки тестовой детали с применением модулей CAM системы NX 10.0.

На **четвертом** этапе проведения эксперимента выполнялись работы, связанные с изготовлением тестовой детали. Обработка производилась на многоцелевом станке с ЧПУ при одних и тех же режимах, включая скорости резания и подачи на одинаковых участках каждой из двух одноименных тестовых деталей, а также инструментообеспечении.

На **последнем** этапе экспериментального исследования проведены работы, позволившие оценить точность исполнения размеров одноименных тестовых деталей с использованием контрольно - измерительных приборов. Результаты измерений проанализированы и на их основе сделаны выводы о целесообразности применения решений, предложенных в работе, в производственных условиях и при подготовке специалистов.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

В процессе выполнения работы получены следующие результаты и могут быть сформулированы выводы:

1 Проведен анализ современных САМ-систем и определен уровень их доступности для машиностроительного производства. На основе анализа оборудования, инструментального и программного обеспечения, используемого для обработки корпусных деталей, определен круг задач, подлежащих решению для оптимизации общей стратегии обработки.

2 Осуществлен выбор частных стратегий обработки детали. Выбран способ решения задачи определения оптимальной последовательности переходов инструмента от предыдущего участка обработки к последующему с выполнением условия минимизации холостых перемещений и учетом периода его стойкости.

3 Создана 3D-модель детали «Корпус», разработана управляющая программа для нескольких вариантов последовательности обработки отверстий детали.

4 На основе полученных данных инструментов NX 10.0 о продолжительности обработки каждого из вариантов, выбран оптимальный.

5 Анализ данных показывает, что применение алгоритма оптимизации холостых перемещений инструмента позволяет, в различных случаях, сократить от 27 % до 44 % вспомогательного времени, при неизменном качестве поверхности детали, что обеспечивает повышение производительности обработки деталей на дорогостоящих станках.