Министерство станкостроительной и инструментальной промышленности СССР

Витебский станкостроительный завод им. Коминтерна

Министерство высшего и среднего специального образования БССР

Витебский технологический институт легкой промышленности

УДК 658.52.011.56:621.9.06-529:62-21.002

№ Гос.регистрации 79010984

Инв.№ 0282. 0086460

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе ВТИЛП

_____ В.Е. ГОРБАЧИК

"19" января 1982 г.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ РЕАЛИЗАЦИИ ФИНИШНЫХ ОПЕРАЦИЙ НА СТАНКАХ С ЧПУ

(Отчет заключительный)

ХД -79-122

Начальник научно-исследовательского сектора ВТИЛП

_____ И.Е. ПРАВДИВЫЙ

Зав.кафедрой технологии машиностроения, руководитель темы

_____ В.И. ГОРЮШКИН

Витебск-1981

Библиотека ВГТУ

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ.

1.	Толокольников В.И.	м.н.с.
2.	Грядовский А.А.	инженер
3.	Яхновец А.А.	м.н.с.
4.	Любочко Н.С.	инженер
5.	Кутузов Л.Ф.	переводчик
6.	Медведский А.Н.	м.н.с.
7.	Старикович А.К.	инженер
8.	Огризко В.Г.	инженер
9.	Лейкин И.Г.	м.н.с.
10.	Ильичева Г.П.	м.н.с.
11.	Воронов И.Л.	инженер
12.	Конторович И.М.	с.н.с.
13.	Макогоненко Ю.Д.	студент
14.	Огурцов В.И.	студент
15.	Иванова Г.Л.	студент
16.	Дерюжкин М.И.	студент
17.	Катсон Д.И.	студент
18.	Роговой А.И.	студент
19.	Сиденкин В.И.	студент
20.	Волков И.А.	студент
21.	Угневенок С.И.	студент
22.	Бронштейн Л.Ю.	студент
23.	Беспалый Л.В.	студент
24.	Майоров А.Е.	студент
25.	Серебрицкий А.В.	студент

Р Е Ф Е Р А Т

Отчет содержит 139 страниц, 23 таблицы, 20 рисунков, 12 номограмм, 12 схем.

Перечень ключевых слов: станки с числовым программным управлением, сверхтвердые режущие материалы, кубический нитрид бора минералокерамика, оптимальные режимы резания, система автоматического управления процессом токарной обработки, исполнительный механизм автоматической системы, предельный преобразователь.

В работе исследованы методы и средства обеспечения требуемого качества поверхностей деталей, соответствующих номенклатуре Витебского станкостроительного завода им.Коминтерна. Теоретически и экспериментально доказана возможность получения стабильной точности не ниже 7 квалитета при обработке деталей резанием на станках с ЧПУ путем применения режущего инструмента из кубического нитрида бора, минералокерамики и др. и введения в процесс обработки дополнительных обратных связей по операционным размерам. Разработаны рекомендации и номограммы для выбора оптимальных режимов резания при обработке на станках с ЧПУ деталей из чугунов, закаленных и "сырых" сталей. Разработаны алгоритм, принципиальная схема и конструкция системы автоматического управления процессами обработки на станках с ЧПУ токарной группы.

Разработанные рекомендации для модернизации технологических процессов обработки деталей на станках с ЧПУ позволят сократить удельную материалоемкость технологического оборудования на 30-40 %, повысить производительность труда в 1,5 - 2 раза. Минимальный ожидаемый годовой экономический эффект от внедрения результатов НИР составит около 20000 руб. на один станок.

С О Д Е Р Ж А Н И Е

стр.

I. В В Е Д Е Н И Е 7

2. АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ СРЕДСТВ РЕАЛИЗАЦИИ ФИНИШНЫХ ОПЕРАЦИЙ 9

2.I. Точность и качество обработки закаленных деталей на финишных операциях 9

2.I.I. Влияние схем профилирования на точность обработки 9

2.I.I.I. Основные определения процесса формообразования 9

2.I.I.2. Влияние схем профилирования на погрешность формы отверстий при внутреннем шлифовании I0

2.I.I.3. Влияние схем профилирования на точность обработки при расточке отверстий лезвийным инструментом I7

2.I.I.4. В ы в о д ы 22

2.I.2. Влияние схем срезания припуска на точность 25

2.I.2.I. Схема срезания припуска и точность абразивной обработки 25

2.I.2.2. Схема срезания припуска и точность лезвийной обработки 29

2.I.2.3. В ы в о д ы 30

2.I.3. Качество поверхности при обработке закаленных сталей лезвийным инструментом из СТМ и абразивным инструментом 30

2.I.3.I. Шероховатость поверхности при шлифовании..... 3I

2.I.3.2. Качество поверхностного слоя 33

2.I.3.3. Шероховатость поверхности 35

2.I.3.4. В ы в о д ы 38

3. РАЗРАБОТКА АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ОБРАБОТКИ ЗАКАЛЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ НА ФИНИШНЫХ ОПЕРАЦИЯХ 42

3.I. Анализ существующих АС управления процессами механической обработки 42

3.2. Разработка алгоритма управления качеством обработки закаленных деталей на финишных операциях на станках с ЧПУ, оснащенных АС 48

4. РАЗРАБОТКА ЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ РАБОТЫ АС 50

5. РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОЙ СХЕМЫ 55

6. ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ РЕЗЦОВОЙ ГОЛОВКИ С ИЗМЕРИТЕЛЬНЫМ УСТРОЙСТВОМ 58

7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ ИНСТРУМЕНТАМИ ИЗ СТМ 59

7.I. Обработка металлов инструментом из сверхтвердых материалов 59

7.I.I. Крепление режущих элементов из композиционных материалов 59

7.I.2. Рекомендации по пайке металлизированных заготовок "Эльбора-Р" для получения резцов, сверл, фрез и специнструмента 60

7.I.3. Геометрические параметры режущей части резцов 60

7.I.4. Заточка и доводка резцов, оснащенных композиционными материалами 62

7.I.5. Некоторые вопросы стружкообразования при обработке стальных деталей инструментом из "Эльбора-Р" и других композиционных материалов 63

7.I.6. Износ резцов 64

7.2. Режимы резания при обработке резцами, оснащенными сверхтвердыми материалами 65

7.2.I. Влияние различных факторов на стойкость инструментов и шероховатость обработанной поверхности 65

7.2.2. Режимы резания, применяемые на машиностроительных заводах 66

7.2.3. Рекомендации по выбору режимов резания инструментами, оснащенными композиционными материалами 73

7.3. Предварительные исследования процесса точения сталей резцами, оснащенными минералокерамикой и твердыми пластинками, покрытыми нитридом титана 75

7.3.I. Результаты обработки резцами, оснащенными перетачиваемыми пластинками из минералокерамики ВОК-60 75

7.3.2. Результаты обработки сталей резцами, оснащенными твердосплавными пластинками, покрытыми нитридом титана 78

7.4. Разработка рекомендаций и номограмм по выбору режимов резания для станков с ЧПУ 79

7.4.I. Основные критерии при определении режимов резания для станков с ЧПУ 79

7.4.2. Условия выбора режимов резания 80

7.4.3. Методика построения номограмм 82

7.4.3.I. Номограмма для случая обработки инструментом из композитов с выходом на числа оборотов станка 82

7.4.3.2. Номограмма для случая чистовой обработки инструментов из композитов с выходом на числа оборотов станка 84

7.4.3.3. Номограмма для случая точения и растачивания "Эльбором-Р" стали 44÷46 (сталь 45) 85

7.4.3.4. Номограмма для случая точения "Эльбором-Р" нетермообработанной стали 87

7.4.3.5. Номограмма для случая продольного и поперечного растачивания на токарных станках с ЧПУ (сталь) 88

7.4.3.6. Номограмма для определения режимов резания на станке 9I

8. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ ПРЕДСТАВИТЕЛЯ НА БАЗЕ НОВЫХ ПРИНЦИПОВ ПОСТРОЕНИЯ ФИНИШНОЙ ОПЕРАЦИИ 92

9. РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТ РЕАЛИЗАЦИИ НОВЫХ ПРИНЦИПОВ ПОСТРОЕНИЯ ФИНИШНЫХ ОПЕРАЦИЙ НА СТАНКАХ С ЧПУ 93

I0. ЗАКЛЮЧЕНИЕ 96

II. ЛИТЕРАТУРА 98

I2. ПРИЛОЖЕНИЯ I02

I. ВВЕДЕНИЕ

В основных направлениях развития народного хозяйства СССР на 1981-1985 г.г. [I], принятых XXVI съездом КПСС, отмечается необходимость ускорения автоматизации серийного машиностроения на базе станков с числовым программным управлением и разработки комплексной системы мер по повышению эффективности их использования. Обеспечение высокой эффективности станков с ЧПУ в значительной мере определяется правильным использованием специфических особенностей данного вида оборудования, к которым следует отнести и их более высокую стоимость по сравнению с традиционными средствами обработки.

Практика показывает, что эффективность станков с ЧПУ тем выше, чем больше производительность труда и выше качество выпускаемой продукции. В то же время имеющийся опыт показывает, что при необеспечении необходимых значений ряда взаимосвязанных факторов может быть получен отрицательный экономический эффект от внедрения станков с ЧПУ [26] . Именно поэтому внедрение станков с ЧПУ должно осуществляться на базе тщательного анализа технологического процесса с целью приведения его в соответствие с максимальными технологическими возможностями станков, а также разработки средств, обеспечивающих повышение этих возможностей.

Одним из главных преимуществ станков с ЧПУ является повышение и стабильность качества обработки (точность размеров и формы обрабатываемой детали, шероховатость поверхности и т.д.) в результате исключения факторов, имеющих место при ручном управлении, а также повышения точности и жесткости самого станка. В настоящее время на подавляющем большинстве станков с ЧПУ

точность обработки соответствует 9-му квалитету, но, в то же время, имеются примеры достижения точности 7-го квалитета. Одним из путей достижения этого уровня точности является применение систем автоматического регулирования по параметрам, определяющим точность обработки, включая размеры динамической и статической настройки [25] .

Применение САУ позволяет повысить точность обработки в 2-5 раз. Другим путем повышения качества процессов токарной обработки является применение инструмента, оснащенного режущими пластинами из сверхтвердых материалов, которые позволяют обеспечивать качество поверхности обрабатываемых деталей по 7,8 и даже 9 классу. Очевидно, что одновременное применение системы автоматического регулирования и инструмента из сверхтвердых материалов (например, кубического нитрида бора и различных композиционных материалов на его основе) дает реальную возможность получения деталей 7-го квалитета точности и 8-9 классов шероховатости на станках с ЧПУ. Реализация такой возможности, в свою очередь, позволила бы значительно повысить эффективность токарных станков с ЧПУ за счет снижения себестоимости технологического процесса изготовления деталей с указанными характеристиками качества.

В самом деле, по традиционной технологии, существующей в настоящее время на Витебском станкостроительном заводе им.Коминтерна, большинство деталей после обработки на станках с ЧПУ подвергаются обработке на шлифовальных станках. Причем трудоемкость шлифовальных операций составляет от 30- до 70 процентов общей трудоемкости изготовления деталей 7-го квалитета точности. Поэтому возможность реализации финишных операций на станках с ЧПУ позволит повысить эффективность изготовления деталей за счет:

I. Снижения трудоемкости технологического процесса;

2. снижения капиталовложений на необходимое технологическое оборудование (т.к. стоимость шлифовального станка многократно превышает стоимость САУ);

3. снижения расходов на заработную плату (за счет сокращения численности рабочих);

4. снижения расходов на режущий инструмент (т.к. отпадает необходимость в абразивном инструменте);

5. повышения уровня автоматизации процесса обработки;

6. повышения надежности технологического процесса и, следовательно, коэффициента использования оборудования с ЧПУ.

Безусловно, при положительном исходе исследований результаты данной НИР могут быть использованы с целью повышения эффективности применения станков с ЧПУ практически на всех предприятиях отрасли путем исключения из технологических процессов трудоемких (и, кстати говоря, вредных) шлифовальных операций.

П. АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ СРЕДСТВ РЕАЛИЗАЦИИ ФИНИШНЫХ ОПЕРАЦИЙ

2.I. Точность и качество обработки закаленных деталей на финишных операциях

2.I.I. Влияние схем профилирования на точность обработки

2.I.I.I. Основные определения процесса формообразования

Каждая поверхность обычно рассматривается как результат движения образующей линии по направляющей линии. Движение этих линий представляет собой процесс формообразования. Поверхности могут быть получены методом огибания (линией) или методом следа (точка), а также копирования с помощью различных схем фор-

ЛИТЕРАТУРА

I. АСЛИБЕКЯН Ф.С., КУПЕР А.А., СУВОРОВ О.Н. Опыт применения инструментов из сверхтвердых материалов и металлокерамики на заводе "Красный пролетарий". "Станки и инструменты", 1977, №2.

2. АРМАГЕРО И.Дж.А, БРАУН Р.Х. Обработка металлов резанием. М., Машиностроение, 1977.

3. БОРОВСКИЙ Г.В. Лезвийный инструмент из композита. Обзор. М., НИИМаш, 1979.

4. ВИШНЕВСКИЙ А.С. и др. Взаимодействие нитрида бора со сталями и титанами. В сб."Синтетические алмазы",1978, вып.4.

5. ГВОЗДЕВ В.В., ИСАЕВ А.Н . и др. Растачивание отверстий резцами из "Эльбора-Р". Машиностроитель, 1978,№7.

6. ДИРЕЧИН А.Г. Применение инструментов из "Эльбора -Р" на станках с ЧПУ. "Станки и инструменты", 1977 ,№2.

7. КОНДРАТЬЕВ В.А. Исследование механизма износа инструмента на основе КНБ. В сб. "Алмазы и сверхтвердые материалы", 1978, вып.4.

8. КАМЕНКОВИЧ А.С. Области эффективного применения резцов, оснащенных сверхтвердыми материалами. "Станки и инструменты", 1974, №3.

9. КАМЕНКОВИЧ А.С., БОРОВСКИЙ Г.В. Основные направления в создании и применении лезвийных инструментов из сверхтвердых материалов на основе поликристаллов кубического нитрида бора. "Перспективы развития режущего инструмента и повышение эффекта применения в машиностроении",М., 1978.

10. ЛУРЬЕ Г.Б. Рациональное использование шлифовальных станков. Обзор., М., НИИМаш, 1974.

11. ОСТРОВСКИЙ В.М., МАКАРОВА Л.Г. Стружкообразование при точении "Эльбором-Р". Закономерности образования "Эльбора-Р" для

абразивного и лезвийного инструментов и применение их в промышленности. Труды ВНИИмаш и НИИмаш, 1975.

12. "Оргстанкинпром". Типовые технологические процессы механической обработки инструментом из "Эльбора-Р" и других сверхтвердых материалов. (Методические рекомендации).М,1977.

13. ПАНЧЕНКО К.П. Определение и классификация схем резания.,М.,1964.

14. ПЕТРУХИН С.С. Основы проектирования режущей части металлорежущих инструментов (кинематическая теория).М, 1960.

15. ПИЛЮГИН И.С., КАЛАНИН М.Г. Исследование возможностей рационального использования режущих инструментов с рабочей частью из "Эльбора-Р" при обработке высокопрочных конструкционных материалов. "Металлорежущий и контрольноизмерительный инструмент", 1976, вып.6.

16. ПОЛЯКОВ А.И. Исследование геометрии режущей части резцов из "Эльбора-Р" при обработке закаленных сталей. "Металлорежущий и контрольноизмерительный инструмент", 1977, вып.5.

17. ТАШЛИЦКИЙ Н.И. и др. Чистовое течение труднообрабатываемых сплавов резцами с зачистной кромкой. "Вести машиностроения", 1976, №6.

18. Укрупненные нормы расхода алмазно-абразивного инструмента из кубического нитрида бора.М., НИИма, 1978.

19. ФИЛОНЕНКО и др. Исследование особенностей тонкого точения труднообрабатываемых материалов резцами из "Эльбора-Р". "Резание и инструмент", 1975, вып.4

20. ЦВИС Ю.В. и др. Применение лезвийных инструментов из "Эльбора-Р" и других модификаций из сверхтвердых материалов на станках с ЧПУ. "Алмазы и сверхтвердые материалы", 1975,вып.1

21. ЯЩЕРИЦЫН П.И. и др. Тепловые явления при шлифовании и свойства обработанных поверхностей. Минск, "Наука и техника" 1973.

22. ЯЩЕРИЦЫН П.И., КАРАИМ Скоростное внутреннее шлифование Минск,"Наука и техника", 1980.

23. Исследование внутреннего шлифования. В сб."Режущий инструмент", 1976, вып.48.

24. ТИМЧУК А.Р. и др. Качество поверхности стали ШХ15 обработанной резцами на основе нитрида бора. "Резание и инструмент", 1977, вып.18.

25. БАЛАКШИН Б.С. Основы технологии машиностроения.М,1969

26. МИХЕЕВ Ю.В., СОСОНКИН В.Л. Системы автоматического управления станками.,М.,Машиностроение, 1978г.

27. "Эльбор" в машиностроении. Под ред.Лысасова В.С.,1978.

28. МАЛКИН А.Я., ШУСТИКОВ А.Д., ДРУЧИНИН А.Н. Исследование режущих свойств резцов из "Эльбора-Р" при тонком растачивании чугуна. "Станки и инструмент", 1975, №10.

29. КАЛИНКОВИЧ А.С., МУЗЫКАНТ Я.А. Применение резцов из "Эльбора-Р" в машиностроении. "Станки и инструмент", 1972,№8.

30. КОНДРАШОВ Н.К. Изыскание области применения, внедрения инструмента из "Эльбора-Р" в подшипниковой промышленности. "Абразивы" (научн.техн.реферат "сб".), НИИмаш, 1969,№6.

31. Типовые технологические процессы механической обработки инструментов из "Эльбора-Р" и других сверхтвердых материалов (методические рекомендации). "Оргстанкинпром",М,1977.

32. Ленинградский абразивный завод "Ильич". Рекомендации по применению инструментов из "Эльбора-Р". Руководящие материалы, Л.,1969.

33. Нормы расхода инструментов, оснащенных "Эльбором-Р", гексанитом-Р и многогранными пластинками из металлокерамики ВОК-60. "Оргпроминструмент",М.,1978.

34. Научно-техническая конференция Европейских стран - членов СЭВ и СФРЮ. Иванов Ю.Н., Кравченко Б.А., Нерубай М.С. Эффективность применения инструментов из сверхтвердых синтетических

материалов при обработке стали. Киев., 2I-24 августа I974.

35. Научно-исследовательский институт информации по машиностроению. Применение инструмента из "Эльбора" в промышленности., М., I974.