

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ БССР

ВИТЕБСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

УДК 621.924.6

№ Гос. регистрации 77029841  
ИНВ. № 798062 03.ОКТ 9

ОДОБРЕНО

Главный инженер  
Витебского СКБ ЭИ и ЭС  
В.О.СИТОВ  
"25" нояб 1979г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор ВТИИП  
по научной работе  
В.Е.ГОРБАЧИК  
"23" нояб 1979г.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА ПО  
ОТРАБОТКЕ КОНСТРУКЦИИ ПОЛУАВТОМАТА МОД. ЭМ666  
ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НЕОБХОДИМОЙ ТОЧНОСТИ ЗАТОЧКИ  
ЗУБОРЕЗНЫХ ГОЛОВОК

( заключительный отчет )

тема ХД-77-96

Начальник научно-исследо-  
вательского сектора, инженер



И.Е.ПРАВДИВЫЙ

Декан механического факультета  
к.т.н.



Г.В.СИПАРОВ

Руководитель темы,  
к.т.н., доцент



В.М.ХОДЬКОВ

г.Витебск, 1979

## Р Е Ф Е Р А Т

Отчет I том, 105 стр. 13 рис. 17 табл.

Проведен анализ существующих нормативных документов и технической литературы, касающихся зуборезных головок и их заточки.

Проведен аналитический расчет влияния исходной погрешности зуборезных головок и заточного станка на качество заточки указанных зуборезных головок.

Проведена заточка двухсторонней зуборезной головки диаметром 500 мм. Проведен замер геометрической точности зуборезной головки до заточки и после заточки.

Выявлены узлы и механизмы станка, лимитирующие точность заточки зуборезных головок.

Разработаны меры по повышению точности заточки и проведена экспериментальная проверка.

## СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

1. Полудеткин В.Р. - зав. сектором  
проектирование оснастки, проведение экспериментов.
2. Альхименко Н.И. - зав. сектором  
участие в проведении экспериментов.

### Соисполнитель от ВТИЛП

3. Ходьков В.М. - доцент ВТИЛП  
разработка методического плана, проведение экспериментов, составление отчёта.
4. Меницкий И.Д. - доцент ВТИЛП  
проведение экспериментов.

## СО Д Е Р Ж А Н И Е

1. ВВЕДЕНИЕ	6
2. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР	7
3. МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ	14
3.1. Подготовка станка и зуборезных головок для проведения экспериментов	14
3.2. Определение точности заточки зуборезных головок и анализ экспериментальных данных	15
3.3. Выявление узлов и элементов, лимитирующих точность заточки зуборезных головок	16
3.3.1. Контроль стабильности нижнего положения шлифовальной бабки относительно бабки изделия при делении	16
3.3.2. Контроль стабильности положения шлифовальной бабки относительно бабки изделия в направлении, перпендикулярном плоскости заточки, при делении и осцилляции	16
3.3.3. Контроль положения фиксатора механизма деления относительно корпуса бабки изделия при делении	17
4. МЕТОДИКА КОНТРОЛЯ ТОЧНОСТИ ЗУБОРЕЗНЫХ ГОЛОВОК	18
4.1. Контроль точности головок, постулавших на заточку	18
4.2. Контроль точности головок после заточки	18
5. ОСНАТКА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ТОЧНОСТИ ЗУБОРЕЗНЫХ ГОЛОВОК	21
5.1. Наладка для контроля точности зуборезных головок до заточки	21
5.1.1. Контроль радиального биения	21
5.1.2. Наладка для контроля торцового биения	21
5.1.3. Наладка для контроля профиля рабочей стороны резца	22
5.1.4. Наладка для контроля погрешности заднего угла при вершине резцов	22
5.1.5. Наладка для контроля угла затупления резцов	23
5.2. Наладка для контроля точности головок зуборезных после заточки	23
5.2.1. Наладки для контроля радиального, торцового биения, профиля рабочей стороны	23

5.2.2. Наладка для контроля отклонения режущих кромок от плоскости, проходящей через ось головки	24
5.2.3. Наладка для контроля переднего угла	24
5.2.4. Наладка для измерения накопленной погрешности окружного шага передней поверхности резцов	25
5.2.5. Наладка для измерения отклонения окружного шага передней поверхности резцов	27
6. РАСЧЕТ ПОГРЕШНОСТИ ПОЛОЖЕНИЯ ФИКСАТОРА ДЕЛИТЕЛЬНОГО ДИСКА	26
6.1. Погрешность перемещения фиксатора в зависимости от погрешности элементов кинематической цепи	28
6.2. Погрешность перемещения рычага фиксатора в зависимости от неточности монтажа, зазоров в соединениях подшипников с валами и корпусом	30
6.3. Динамическая точность кинематической цепи	32
6.4. Разработка рекомендаций для уменьшения динамических нагрузок	39
6.4.1. Определение коэффициента жесткости упругого элемента	43
6.4.2. Определение коэффициента контактной жесткости для системы фиксатора	43
6.4.3. Определение момента инерции шпинделя вместе с зуборезной головкой	48
6.4.4. Определение сил в механизме деления	48
7. ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ТОЧНОСТИ ЗАТОЧНОГО СТАНКА НА ПОГРЕШНОСТИ ЗАТОЧКИ ЗУБОРЕЗНЫХ ГОЛОВОК	52
7.1. Влияние ошибок наладки станка на погрешности заточки	53
7.1.1. Влияние ошибки смещения бабки изделия относительно шлифовального круга по оси, перпендикулярной плоскости заточки	53
7.1.2. Влияние ошибки наладки станка по углу разворота оси зуборезной головки	59
7.1.3. Влияние осевого биения шпинделя зуборезной головки	60
7.1.4. Влияние радиального биения шпинделя зуборезной головки	64
7.1.5. Влияние торцового биения шпинделя зуборезной головки	64
7.2. Влияние геометрической неточности головки зуборезной на погрешности их заточки	68
7.2.1. Влияние начального радиального биения зуборезной головки	68
7.2.2. Влияние начального торцового биения зуборезной головки	78

7.2.3. Влияние начальной погрешности заднего угла при вершине зуба зуборезной головки	80
7.2.4. Влияние начального отклонения режущей кромки от плоскост- ти, проходящей через ось головки	82
7.2.5. Влияние начальной погрешности профиля рабочей стороны	82
7.2.6. Влияние начальной погрешности заднего угла по боковой поверхности	86
8. ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАТОЧНОГО СТАНКА И ТОЧНОСТИ ЗАТОЧКИ	90
8.1. Подготовка станка и зуборезных головок для проведения эк- спериментов	90
8.2. Определение точности заточки зуборезной головки	90
8.3. Проверка узлов станка	93
9. ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ	103
10. ЛИТЕРАТУРА	105
ПРИЛОЖЕНИЕ:	

Чертежи приспособлений.

## І. ВВЕДЕНИЕ

Витебский завод заточных станков им. XXII съезда КПСС (ВЗЭС) с 1971 года выпускает серийно полуавтомат для заточки зуборезных головок мод. ЗА666 по документации Витебского специального конструкторского бюро зубообрабатывающих, шлифовальных и заточных станков (СКБ ЭШ и ЭС). На станке также можно затачивать круговые протяжки и дисковые фрезы для нарезания прямозубых конических колес.

Анализ данных, полученных при лабораторных испытаниях станка, и отзывов потребителей показал, что станок не всегда обеспечивает требуемое качество заточки. Причиной низкой точности заточки является, в частности, опрокидывание колонны во время подвода шлифовального круга в зону резания, непостоянство положения режущей поверхности шлифовального круга, в зону резания, непостоянство положения режущей поверхности шлифовального круга, смещение шпинделя с настроенного положения при зажиме корпуса делительного механизма.

Витебским заводом заточных станков по проекту СКБ ЭШ и ЭС изготовлен полуавтомат заточной для зуборезных головок мод. ЭМ666, который отличается схемой настройки, компоновкой бабки изделия, схемой деления и подачи, более жесткой конструкцией. Ось шпинделя изделия расположена вертикально вместо горизонтального шпинделя станка мод. ЗА666. Конструктивная особенность узлов полуавтомата мод. ЭМ666 позволяет исключить основные причины неточности заточки на предыдущем станке. Однако необходимость сложных движений для обеспечения цикла заточки (наладка, деление, осцилляция, отвод и подача шлифовального круга на каждый затачиваемый резец) требует особо тщательной обработки конструкции соответствующих узлов и экспериментальной проверки их в работе.

Целью настоящей работы явилось определение точности заточки зуборезных головок на станке мод. ЭМ666, выявление узлов и механизмов, лимитирующих точность заточки, разработка рекомендаций по отработке конструкции станка для повышения точности заточки.

## 2. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР

Отечественной промышленностью изготавливаются и эксплуатируются головки зуборезные для нарезания конических зубчатых колес с круговыми зубьями по нормали Министерства станкостроительной и инструментальной промышленности ВН 451-55, по ГОСТ II902-II903-77, ГОСТ II904-66 и отраслевому стандарту ОСТ 2И 45-4-74.

Ведомственная нормаль ВН 451-55 предусматривает изготовление зуборезных головок в дюймовой системе размерами от 3-х до 18-и дюймов. Нормаль практически устарела и заменена ГОСТ.

ГОСТ II903-77 и ГОСТ II904-66 предусматривает изготовление головок в метрической системе размерами от 20 до 1000 мм. Точность головок значительно повышена.

Отраслевой стандарт 2И 45-4-74 предусматривает изготовление головок в метрической системе размерами от 100 до 500 мм с увеличенным числом резцов, усовершенствованной системой крепления резцов и посадочных мест, повышенной точности.

Технические требования на головки зуборезные для конических колес с круговыми зубьями приведены в таблице I.

Согласно ГОСТ II906-77 зуборезные головки после заточки проверяют по следующим параметрам:

- 2.1. Шероховатость передней поверхности резцов.
- 2.2. Торцовое биение по вершинам резцов.
- 2.3. Радиальное биение резцов посередине режущих кромок.
- 2.4. Профиль рабочей стороны резцов.
- 2.5. Отклонение режущих кромок резцов от плоскости, проходящей через ось головки.

Согласно техническим условиям на полуавтомат мод. ЗМ666 кроме вышеперечисленных параметров после заточки проверяют накопленную погрешность шага передних поверхностей резцов (не более 0,063 мм), отклонение окружного шага передних поверхностей резцов (не более 0,025 мм) и передний угол (погрешность не более 30').

Основным условием правильной заточки головки зуборезной является совпадение режущей кромки резца с образующей конуса, образованного расположением боковых режущих кромок резцов головки.

Получение высокой геометрической точности расположения режущих кромок резцов относительно оси вращения головки представля-

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Головки зуборезные для нарезания конических колес с круговыми зубьями. ГОСТ II902... II906-77.
2. Кедринский В.Н., Писманик К.М. Станки для обработки конических зубчатых колес. М., Машиностроение, 1967.
3. Каладников С.Н. Зуборезные резцовые головки. М., Машиностроение, 1972.
4. Дибнер Л.Г., Цовин Э.Е. Заточные автоматы и полуавтоматы. М. Машиностроение, 1978.
5. Балашов Б.Н. Точность зуборезных головок для конических колес с круговыми зубьями. И - техн. сборник "Металлорежущий и контрольно-измерительный инструмент", вып. I. М., НИИМАП, 1969.
6. Балашов Б.Н. Определение основных конструктивных параметров и точность зуборезных головок для конических колес с круговыми зубьями. Материалы конференции "Усовершенствование зубообрабатывающего инструмента", М., НИИМАП, 1969.
7. Новицкий И.Д., Каплан Ю.А. Универсально-заточные станки. М., Машиностроение, 1968.
8. Исследование влияния геометрической точности, ошибки деления и настройки станка на точность заточки зуборезных головок. Отчет по НИР, инв. № В377492, Витебский технологический институт легкой промышленности. Ходьков В.М., Витебск, 1974, 67 страниц.
9. Разработка требований к чистовым зуборезным головкам и станку для их заточки. Разработка методики и оснастки для контроля зуборезных головок. Отчет по НИР, инв. № В567599 Витебский технологический институт легкой промышленности. Ходьков В.М., Витебск, 1976, 50 страниц.
10. Гейзельман Р.Д., Имшкин Б.В., Перель Л.Я. Подшипники качения. Справочник. М., 1975 г.