

Министерство образования и науки Украины  
Донбасская государственная машиностроительная академия

ЗАЙЦЕВ ГЕОРГИЙ ОЛЕГОВИЧ

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА НОВОЙ КОНСТРУКЦИИ СУППОРТА  
ПОДРЕЛЬСОВОГО СТАНКА

8.05050301 – металлорежущие станки и системы

Автореферат магистерской работы

Краматорск – 2015

Работа выполнена на кафедре «Компьютеризированные мехатронные системы, инструменты и технологии» Донбасской государственной машиностроительной академии Министерства образования и науки Украины.

Научный руководитель: кандидат технических наук, профессор  
Гузенко Виталий Семенович

Защита состоится «\_12\_» \_\_\_\_\_ января \_\_\_\_\_ 2017 г. в 13-30 часов на заседании Государственной экзаменационной комиссии в Донбасской государственной машиностроительной академии по адресу: г. Краматорск, б-р Машиностроителей, 34, корп. № 3, ауд. 3308.

**Цель и задачи работы.** Целью магистерской работы является повышение эффективности процесса восстановления профиля колесных пар путем разработки колесотокарного суппорта на базе станка КЖ20.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие основные задачи:

1. Провести анализ состояния вопроса, а именно произвести анализ станков для восстановления колесных пар без выкатки, определить основные виды неисправностей колесных пар, узнать особенности обработки колесных пар подвижного состава, выявить отличия токарной и фрезерной обработки колесных пар, узнать их преимущества и недостатки.

2. Разработать суппорт на базе станка КЖ20.

3. Произвести анализ конструкций сборных резцов для восстановления профиля колесных пар.

4. Исследовать напряженно-деформированное состояние режущей пластины сборного резца с тангенциальным креплением пластины.

5. Провести расчет прочностных нагрузок станка (Расчет и выбор ШВП, расчет направляющих смешанного трения).

**Объект исследования** – процесс восстановления профиля колесных пар.

**Предмет изучения** – суппорт колесотокарного станка КЖ20 .

**Методы исследования** - Научные исследования базировались на теоретических основах теории резания металлов и формообразования поверхностей, для расчета напряженно-деформированного состояния сборного инструмента использовался метод конечных элементов.

**Научная новизна работы.** Разработан суппорт колесотокарного станка на основе станка КЖ20. Проведены прочностные расчеты станка:

выбор и расчет ШВП, расчет направляющих смешанного трения). Получены модели напряженно-деформированного состояния режущих элементов сборных резцов для восстановления профиля колесных пар, учитывающие особенности контактного взаимодействия режущей пластины с элементами механического закрепления и корпусом инструмента.

### **Практическая ценность полученных результатов**

Практическая ценность полученных результатов заключается в следующем:

1. Был разработан суппорт колёсотокарного станка на основе станка КЖ20.
2. Усовершенствованные конструкции сборных резцов для восстановления профиля колесных пар позволяют повысить производительность обработки, а также установлено, что максимальные растягивающие напряжения режущей тангенциальной пластины достигают своего значения за контактной зоной на расстоянии 3,5 мм от режущей кромки. А также максимальные эквивалентные напряжения режущей части усовершенствованной конструкции сборного режущего инструмента уменьшились на 5...14 %, нормальные напряжения в наиболее опасном сечении (на расстоянии 3,5 мм от режущей кромки) уменьшились на 57 %, а сами растягивающие напряжения распределены более равномерно вдоль сечения.

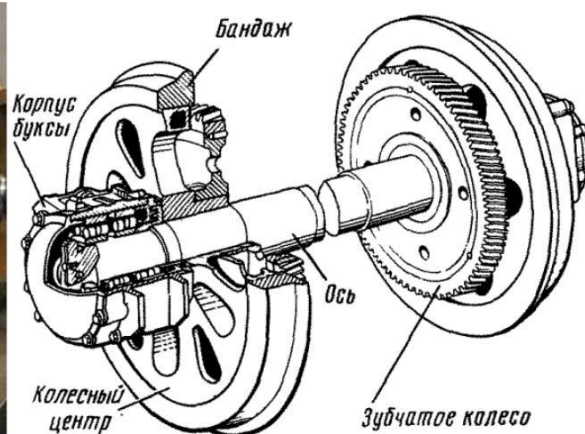
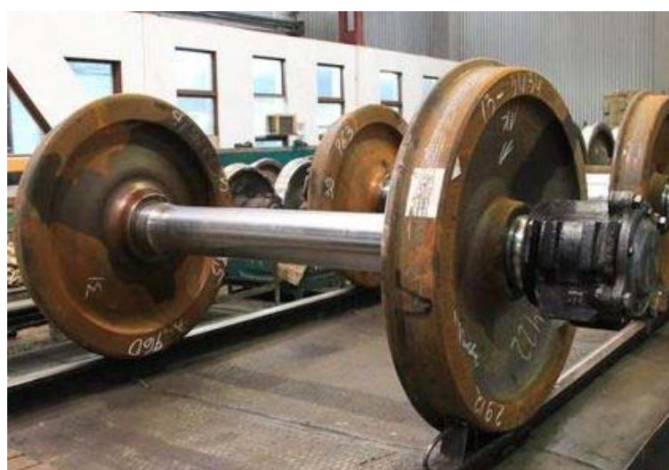
**Личный вклад соискателя.** Основные результаты работы, которые выносятся на защиту, получены автором самостоятельно. Постановка задач исследований, разработка методологии и подходов к их решению определялись совместно с научным руководителем.

### **СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

В **ведении** обоснована актуальность темы магистерской работы, сформулирована цель и задачи, определена научная новизна и практическая ценность полученных результатов.

В первом разделе произведен анализ обработки колёсных пар на колёсотокарных (КЖ18-36) и колёсофрезерных (КЖ20) станках. Рассмотрены основные достоинства и недостатки станков. Рассмотрены

основные виды неисправностей колесных пар, основными являются - прокат ободьев колёс; износ ободьев по толщине, а также вертикальный подрез гребней; ползуны, выщербины и раковины на поверхности катания; износ и повреждения шеек осей; трещины в осях; протёртость и изгиб оси; ослабление и сдвиг колеса на оси; трещины в колёсах. Приведены особенности обработки колесных пар подвижного состава и пришли к выводу что первостепенной задачей является использование всех имеющихся резервов экономии ресурсов в процессе восстановления обработкой колесных пар, как одного из существенных факторов сокращения времени простоя подвижного состава в ремонте.



## Колесотокарный станок КЖ1836.10МФЗ



## Колесофрезерный станок КЖ-20

Во втором разделе описана методика исследований, методика определения качества сборных резцов для восстановления профиля колесных пар, методика исследований напряженно-деформированного состояния инструмента методом конечных элементов



## Иерархическая система свойств, составляющих качество эксплуатации режущего инструмента

На основании анализа результатов исследований многих работ, посвященных расчету прочности режущей части инструмента, было установлено, что максимальная величина напряжений за пределами контактной зоны находится на передней грани на расстоянии  $2..3$  длин контакта от режущей кромки и в пределах контактной зоны при треугольных и параболических формах контактных нагрузок.

В связи с изложенным, расчет напряженного состояния режущей части инструмента, нагруженного изменяющимися по величине и направлению контактными нагрузками, требует разработки специальной методики расчета, учитывающей все особенности условий ее деформирования. В данной работе такая методика была разработана на основе метода конечных элементов как наиболее эффективного и быстро развивающегося в настоящее время, а также с использованием программного продукта ANSYS

Нагрузка, прикладываемая к кромке режущей части сборного инструмента в виде составляющих сил резания к участкам передней и задней поверхностей, является рассредоточенной, поэтому, в соответствии с принципами метода конечных элементов, она не может быть приложена непосредственно к элементу, а должна быть трансформирована к узлам. Применение распределенной нагрузки к узлам основано на сравнении энергии упругих деформаций. Так, для стержневого элемента распределенная по его длине неравномерная нагрузка интенсивности  $q$  заменяется двумя сосредоточенными силами, приложенными к узлам с соответствующими пропорциями.

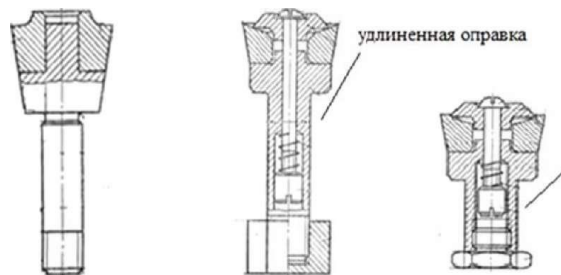
В третьем разделе были произведены научные исследования:

- Анализ конструкций сборных резцов для восстановления профиля колесных пар

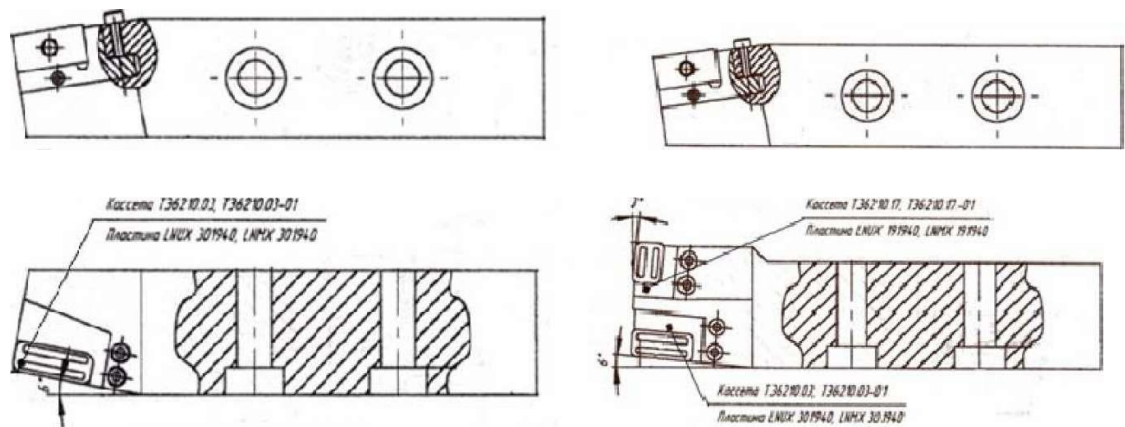
- Исследование напряженно-деформированного состояния режущей пластины сборного резца с тангенциальным креплением пластины

Для восстановления профиля поверхности колеса на колесотокарных станках применяют резцы различной конструкции с использованием различных инструментальных материалов и форм пластин

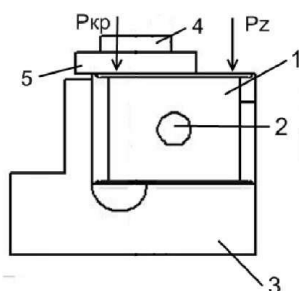
Наибольшее применение для черновой и чистовой обработки получили чашечные резцы с напайными или механически укрепляемыми пластинами различного диаметра из твердого сплава марки Т14К8 или Т5К10



Примеры напайного и сборных чашечных резцов

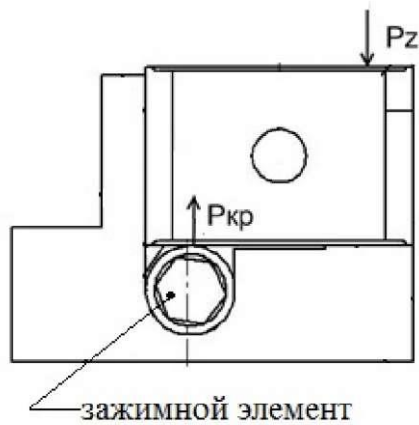


Сборные резцы с тангенциальными пластинами

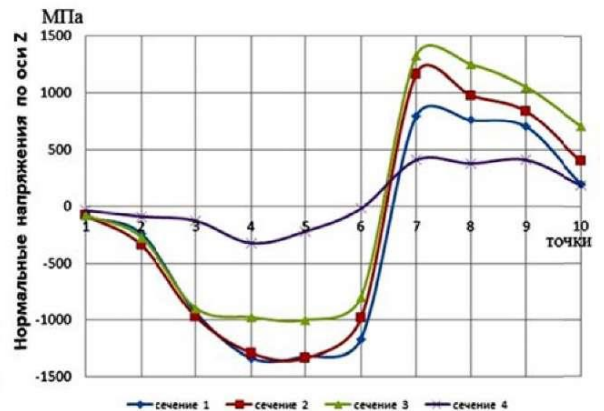
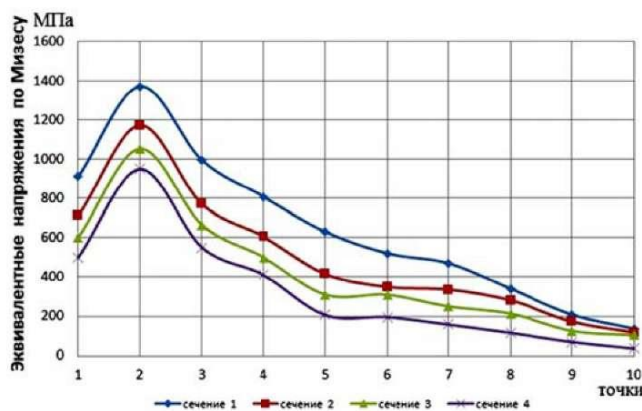




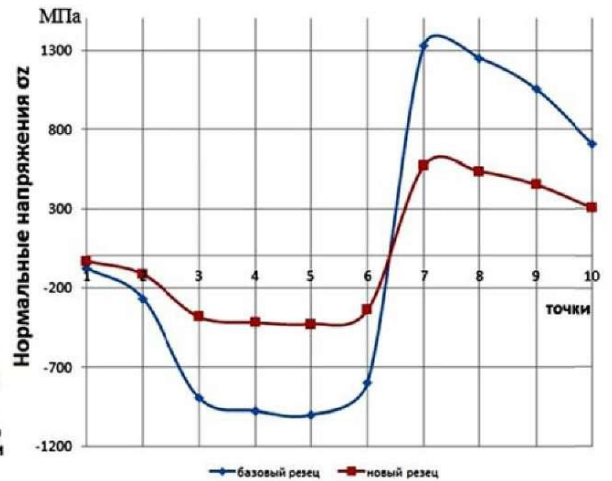
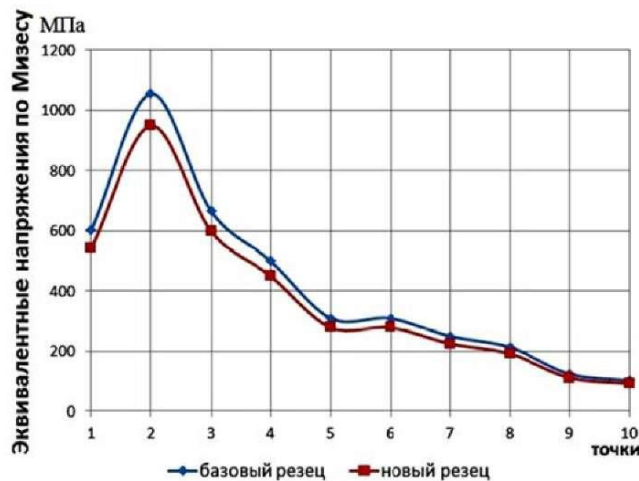
## Базовая конструкция сборного реза с тангенциальным расположением пластины



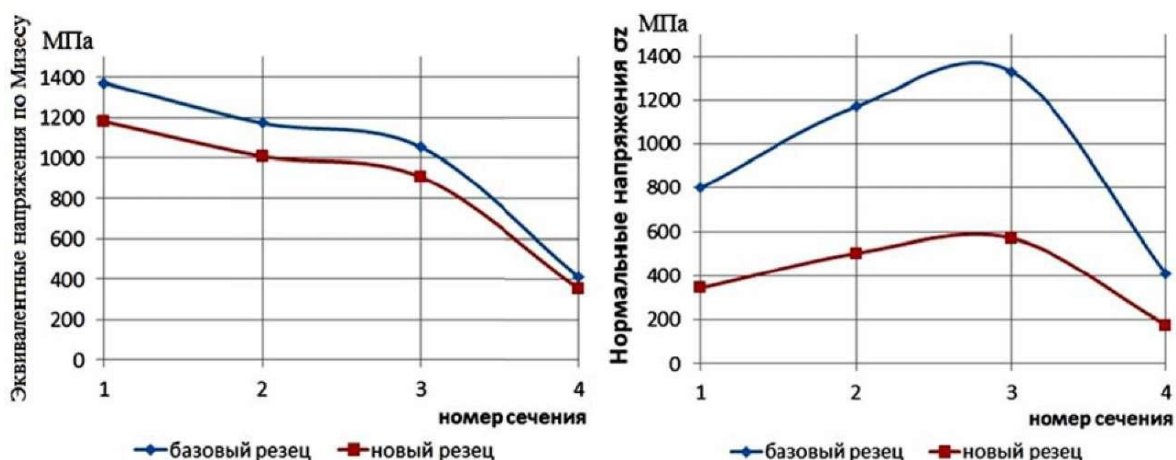
## Усовершенствованная конструкция сборного реза с тангенциальным расположением пластины



## Распределение эквивалентных напряжений $\sigma_3$ (а) и нормальных $\sigma_z$ (б) в продольных сечениях режущей пластины



Сравнительный анализ распределения эквивалентных  $\sigma_3$  (а) и нормальных  $\sigma_z$  (б) напряжений в сечении 3



Сравнительный анализ распределения эквивалентных  $\sigma_3$  (а) и нормальных  $\sigma_z$  (б) напряжений в окрестности точек максимальных значений в сечениях

В четвертом разделе был произведен расчет и выбор шарико-винтовой передачи, а также расчет направляющих смешанного трения, по которым видно что станок выдержит прочностные нагрузки прикладываемые к нему.

В общих выводах представлен детальный анализ проделанной работы по исследованию напряженно-деформированного состояния инструмента методом конечных элементов с применением различных методов исследования. А также предоставлены выводы по выбору резца, ШВП, расчетам направляющих смешанного трения.

Таким образом, реализация научных положений и методологий работы может быть использована для повышения эффективности обработки на колёсотокарных станках.