

Г.П. Клименко, В.С. Гузенко, И.И. Полупан

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УСИЛИЙ ЗАКРЕПЛЕНИЯ РЕЖУЩЕЙ ПЛАСТИНЫ ПО ЦИЛИНДРИЧЕСКОМУ ОТВЕРСТИЮ НА ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СБОРНОГО РЕЗЦА

В статье приведены результаты исследований влияния величины силы закрепления по цилиндрической поверхности отверстия режущей пластины на прочностные и динамические характеристики усовершенствованной конструкции сборного чашечного резца для обработки колесных пар. Установлено, что существенное влияние величины радиальной силы закрепления по цилиндрической поверхности отверстия режущей пластины оказывает на жесткостные характеристики конструкции сборного чашечного резца.

Ключевые слова: сборный чашечный резец, цилиндрическая поверхность, жесткость, прочность, динамические характеристики, колесная пара, угол конуса оправки.

Введение. Процесс восстановления профиля колесных пар на колесотокарных станках представляет собой сложную технологическую операцию, которая характеризуется относительно невысокой производительностью и целым рядом особенностей. Для процесса обточки колес характерно колебание в широком диапазоне припуска, твердости обрабатываемой поверхности. В зависимости от вида повреждения профиля колесной пары глубина резания может достигать 14-16 мм, а твердость обрабатываемой поверхности - до 900 НВ и более. Кроме того, колесо имеет сложный фасонный профиль, что приводит в процессе обработки к изменению угла контакта режущего инструмента с деталью от 0 до 105°, т.е. ширина среза может в определенный момент достигать 27,5 мм. Перечисленные факторы, и их изменение в процессе обработки приводят при работе с заранее запрограммированным режимом к сложным колебаниям тепловой и силовой нагрузок на инструмент, что влечет за собой преждевременный выход инструмента из строя из-за выкрашиваний и поломок режущей пластины, а так же пластических деформаций или разрушения элементов механического крепления [1,2].

Анализ последних исследований и литературы. Анализ методов восстановления профиля обода колесных пар показал, что в ближайшем будущем приоритет сохранится за лезвийной обработкой - точением на колесотокарных станках по копиру или программе [1].

В настоящее время наибольшее применение для черновой и чистовой обработки получили чашечные резцы с механически закрепляемыми пластинами различного диаметра из твердого сплава. Недостатком применяемых конструкций является отсутствие надежного базирования и закрепления в радиальном направлении по цилиндрической поверхности отверстия режущей пластины.

Целью данной статьи является исследование влияния величины силы закрепления по цилиндриче-

ской поверхности отверстия режущей пластины на прочностные и динамические характеристики усовершенствованной конструкции сборного чашечного резца для обработки колесных пар.

Постановка проблемы. Процесс механической обработки колесных пар точением характеризуется рядом особенностей: колебанием в широком диапазоне припуска, твердости обрабатываемой поверхности [2]. В зависимости от вида повреждения профиля колесной пары глубина резания является переменной величиной и может достигать (14-16) мм, а твердость обрабатываемой поверхности - до 900 НВ и более. Кроме того, колесо имеет сложный фасонный профиль, что приводит в процессе обработки к изменению угла контакта режущего инструмента с деталью, поэтому ширина среза может на некоторых участках профиля колеса достигать 27 мм. Перечисленные факторы, и их изменение в процессе обработки приводят при работе с заранее запрограммированным режимом к сложным колебаниям тепловой и силовой нагрузок на инструмент, что влечет за собой преждевременный выход инструмента из строя из-за выкрашиваний и поломок режущей пластины, а так же пластических деформаций или разрушения элементов механического крепления режущей пластины и корпуса инструмента.

Материалы исследований. Для obtачивания профиля поверхности обода колес 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. На отдельных вагоноремонтных предприятиях используют для черновой обработки поверхности катания, фаски и гребня колесных пар на станках моделей UBВ 112, 1А936, 1ТСН, 1ТСН/А напайные резцы со стандартными пластина-

ми типов 1636 и 1639 (ГОСТ 2209-69) из твердого сплава марок ВК8, Т5К10 и Т15К6. Также для черновой обработки применяют резцы с механическим креплением стандартных пластин.

Чашечные резцы различных диаметров выпускают с напайными пластинами и сборными с механическим креплением пластин преимущественно из твердого сплава марки Т14К8. Выпускают также чашечные резцы диаметрами 30,8 и 45,6 мм из быстрорежущей стали марки Р6М3 или Р18 с твердостью режущей части после термообработки HRC 62-65. Сборные чашечные резцы с механическим креплением выпускают с пластинами из стандартных (форма 12 по ГОСТ 2209-82) и нормализованных (ТУ 48-19-113-74) заготовок с укороченной и удлиненной оправкой.

С целью повышения надежности базирования и закрепления в радиальном направлении по цилиндрической поверхности отверстия режущей пластины, а также улучшения жесткостных характеристик сборного чашечного резца, была разработана усовершенствованная конструкция сборного инструмента [3], показанная на рисунке 1, которая состоит из державки 1, оправки 2, режущей пластины 3, упругой разрезной втулки 4, болта 5, гайки 6. Торцовая поверхность цилиндрического выступа оправки выполнена конической и контактирует с конической частью упорной разрезной втулки, противоположная сторона которой контактирует с торцевой частью головки болта. Оправка прижимается к державке с помощью гайки 6. Для анализа прочности и жесткости крепления режущих пластин рассматриваемых конструкций производился расчет нормальных напряжений режущей кромки в базовой и усовершенствованной конструкциях сборного чашечного инструмента в среде программного пакета ANSYS. Для построения расчетной схемы и определения напряжений в режущей кромке чашечной пластины применялись методы, указанные в работе [4].

К режущей кромки сборного чашечного инструмента были приложены максимально возможные составляющие силы резания: $P_x = 8$ кН, $P_y = 5$ кН, $P_z = 16$ кН, которые возникают при черновой обработке колесных пар локомотивов на колесотокарном станке 1836.

Для определения влияния угла наклона конусной оправки α на условия закрепления режущей пластины в плоскости XY, а также характер и величину напряжений в пластине инструмента, были выполнены расчеты для следующих значений угла $\alpha = 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ$.

Значения напряжений анализировались на режущей пластине в точках наибольшей их концентрации: вблизи крепления винтом (точка 1), вблизи режущей кромки (точка 2). Пример такого расчета показан на рисунке 2.

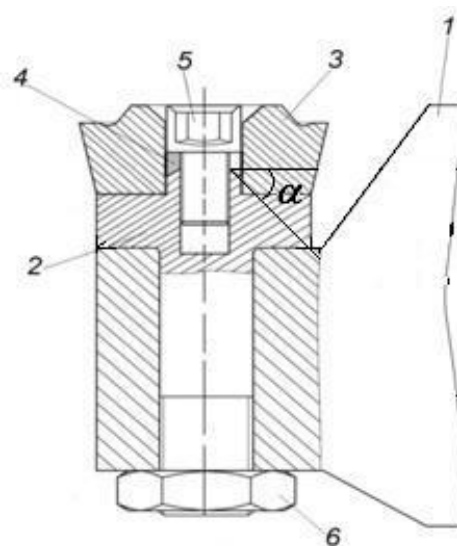


Рис. 1 – Усовершенствованная конструкция сборного чашечного резца

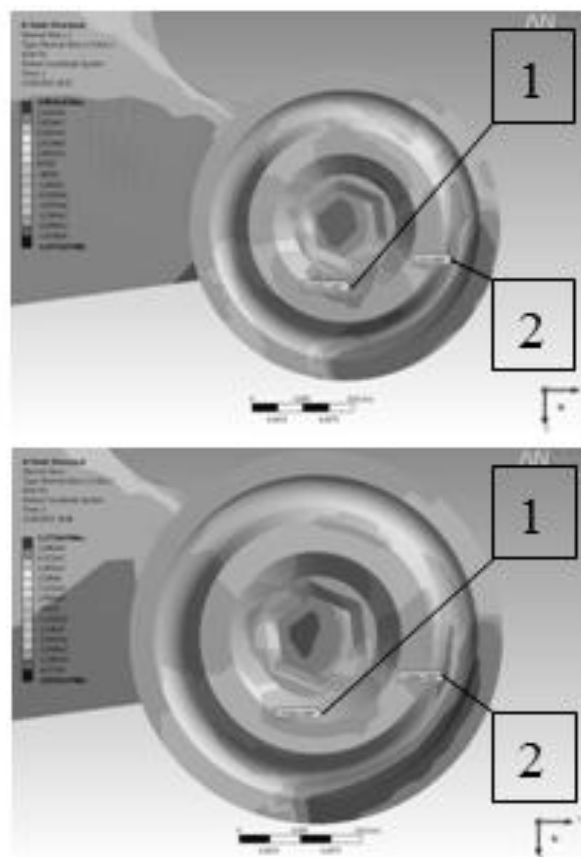


Рис. 2 – Распределение нормальных напряжений σ_{xy} в режущей пластине резца в зависимости от угла α конуса втулки

На рисунке 3 представлены результаты расчета нормальных напряжений в зависимости от угла α сборного чашечного резца в указанных точках в направлении оси x в среде прикладного пакета ANSYS.

Динамический расчет сборной конструкции чашечного резца выполнялся путем построения амплитудно-частотной характеристики для основной собственной формы колебаний режущей пластины (перемещения определялись в точке 2), как это показано на рисунке 4.

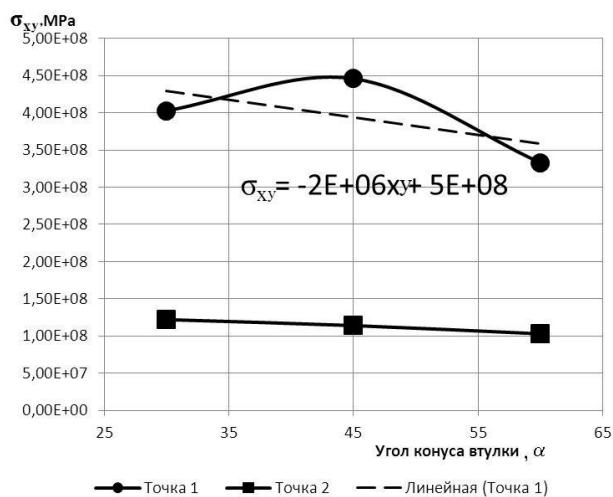


Рис. 3 – График зависимости нормальных напряжений σ_{xy} в режущей пластине резца в зависимости от угла α конуса втулки в точках 1 и 2

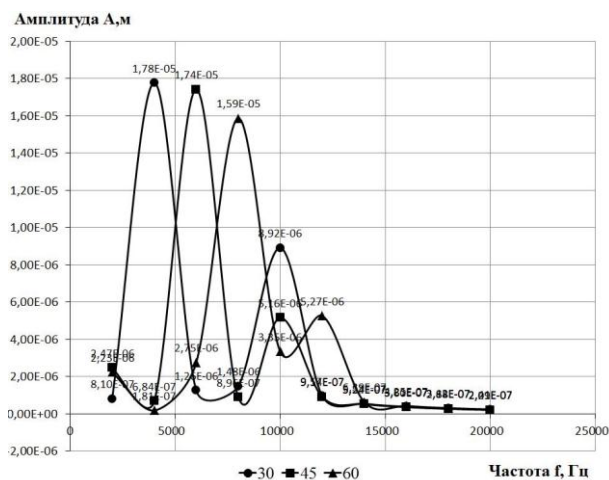


Рис. 4 – Амплитудно-частотные характеристики собственных колебаний режущей пластины резца в зависимости от угла α конуса втулки

Результаты исследований. В результате анализа полученных зависимостей установлено, что вблизи режущей кромки (точка 2) максимальные напряжения $\sigma_{xy}=125$ МПа возникают при угле конуса $\alpha=30^\circ$, а минимальные $\sigma_{xy}=100$ МПа, – при угле

конуса $\alpha=60^\circ$. Вблизи крепления пластины винтом (точка 1) максимальные напряжения $\sigma_{xy}=450$ МПа возникают при угле конуса $\alpha=45^\circ$, а минимальные $\sigma_{xy}=320$ МПа, – при угле конуса $\alpha=60^\circ$.

Динамический анализ показал, что при увеличении угла α до 60° имеем уменьшение амплитуды колебаний (от 18 мкм при $\alpha=30^\circ$ до 9 мкм при $\alpha=60^\circ$) в 2 раза. Частота собственных колебаний режущей пластины увеличивается со значения 4 кГц при угле $\alpha=30^\circ$ до 8 кГц при угле конуса при $\alpha=60^\circ$, то есть АЧХ перемещается в область более высоких частот, что говорит о более жестком закреплении режущей пластины.

Выводы.

Величина напряжений в режущей пластине сборного чашечного резца в радиальной плоскости уменьшилась в 1,4 раза.

Амплитуда колебаний режущей пластины уменьшилась в 2 раза, а частота увеличилась в 2 раза.

Таким образом, проведенные исследования показали, что рациональным углом конуса оправки с целью максимально жесткого закрепления режущей пластины в плоскости XY является угол $\alpha=60^\circ$.

Список литературы: 1. Богданов А.Ф. Восстановление профиля поверхности катания колёсных пар / А.Ф. Богданов, И.А. Иванов., М. Ситаж // СПб.: ПГУПС, 2000. 2. Машнев М.М. Экономическая оптимизация процесса восстановления профиля поверхностей катания колёсных пар обточкой после отжига их при нагреве токами высокой частоты / М.М. Машнев В.В. Диденко, А.П. Шифман, И.А. Иванов, А.Д. Аleshин // Конструктивно-технологическое обеспечение надежности подвижного состава. Сборник научных трудов. Ленинград: ЛИИЖТ, 1985, с. 48-53. 3. В.С. Гузенко, И.И. Полупан. Різальний інструмент. Патент 32230, Україна, МКІ В23В 27/16. - Оpubl. 12.05.2008. Бюл.№9. 4. Гузенко В.С. Повышение эксплуатационных характеристик чашечного резца для колесотокарного станка / В.С. Гузенко, С.Л. Миранцов, И.И. Полупан // Надежность режущего инструмента. Сб. статей. Вып. 22/ Краматорск: ДГМА, 2007, С. 41-45.

Bibliography (transliterated): 1. Bogdanov A.F., Ivanov I.A., Sitazh M. *Vosstanovlenie profilya poverhnosti katanija koljosnyh par* / A.F. Bogdanov., I.A. Ivanov., M. Sitazh. Sankt Peterburg: PGUPS, 2000. 2. Mashnev M.M. *Jekonomicheskaja optimizacija processa vosstanovlenija pro-filya poverhnostej katanija kolesnyh par obtochkoy posle otzhiga ih pri nagreve tokami vysokoj chastoty* M.M. Mashnev V.V. Didenko, A.P. Shifman, I.A. Ivanov, A.D. Aleshin. Konstrukcionno-tehnologicheskoe obespechenie nadezhnosti podvizhnogo sostava. Sbornik nauchnyh trudov. Leningrad: LIIZhT, 1985. – PP. 48-53. 3. V.S. Guzenko, I.I. Polupan. *Rizal'nij instrument*. Patent 32230, Ukraina, MKI V23Vol 27/16. - Opubl. 12.05.2008. Bjul.No9. 4. Guzenko V.S. *Povyshenie jekspluatacionnyh harakteristik chashechnogo rezca dlja kolesotokarnogo stanka* V.S. Guzenko, S.L. Mirancov, I.I. Polupan Nadezhnost' rezhushhego instrumenta. Sb. ctatej. Publ. 22. Kramatorsk: DGMA, 2007, PP. 41-45.

Поступила (received) 21.03.2015

Клименко Галина Петровна – зав. кафедрой, док. техн. наук, проф. ДГМА, Краматорск;

Гузенко Виталий Семенович – канд. техн. наук, проф. каф. КМСИТ ДГМА, Краматорск, e-mail: ntc_instrument@mail.ru;

Полупан Иван Иванович – ассистент каф. КМСИТ ДГМА, Краматорск, e-mail: ivan_polupan@mail.ru.