

ПОВЫШЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ТВЕРДОСПЛАВНОГО РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ПРОФИЛЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ КОЛЕС

А.А. Крутько¹, А.М. Бадамшин¹, А. А. Воробьев²

¹ Омский государственный технический университет, г. Омск, Россия

² Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, г. Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. Исходя из выполненного анализа технологии токарной обработки профиля железнодорожных колес, даны рекомендации по оптимизации режимов резания и геометрических параметров режущих пластин с целью обеспечения регламентированных требований и снижения затрат, связанных с обработкой. Рассмотрены некоторые направления совершенствования технологии токарной обработки профиля колеса.

Ключевые слова. Железнодорожное колесо, режущее лезвие, режимы резания

Восстановление профиля железнодорожных колес обычно проводится на колесотокарных станках резцами, оснащенными призматическими и чашечными твердосплавными пластинами марок Т5К10 или Т14К8 при значительных подачах (1,2 – 2,12 мм/об) и глубинах резания (4 – 12 мм) [1]. Эти режимы обработки можно охарактеризовать как тяжелые, так как в процессе резания наблюдается пластическая деформация режущего лезвия, что приводит к интенсивному износу инструмента на протяжении всего периода стойкости. В данных условиях стойкость режущего лезвия составляет около 15 – 30 мин, что соответствует обработке 1 – 2 колес одной режущей кромкой (или пути резания 700 – 1000 м) [2].

Для обеспечения регламентированных требований по шероховатости и отклонению обработанного профиля колеса, технологией восстановления предусматривается дополнительный чистовой проход [3]. Это приводит к снятию работоспособного слоя колеса, что негативно сказывается на его эксплуатационном ресурсе.

Таким образом, обоснование режимов резания, рационального распределения припуска по переходам, а также назначение рациональной геометрии режущего инструмента с учетом обеспечения требований к точности и шероховатости обработанной поверхности, является актуальной задачей.

Анализ применяемых стандартных режущих пластин выявил следующие недостатки:

- 1) нерациональное использование режущей кромки пластины по длине, что при средней глубине резания ($t = 6$ мм) составляет 20%;
- 2) ненадежное крепление режущей пластины в открытом пазу (угол 90°), что вызывает вибрации и ее разрушение;

- 3) недостаточный радиус при вершине ($r = 4$ мм) для обеспечения регламентируемой шероховатости поверхности при применяемых подачах;
- 4) форма режущего лезвия в плоскости стружкообразования является не рациональной, так как не обеспечивает стабильного стружкообразования и стружкодробления;
- 5) необоснованное применение чашечных пластин на черновых проходах;
- 6) использование износостойких твердых сплавов в условиях резания, характеризующихся пластическими деформациями.

Принимая во внимание вышеперечисленные недостатки используемых режущих пластин, предлагается повышение их работоспособности за счет изменения геометрии шлифованием или восстановления с изменением технологии обработки профиля колеса.

Так, например, к достоинствам предлагаемых режущих пластин относится возможность более надежного их базирования по плоскостям, расположенным под углом, меньшим 90° (рис.1, а), что практически исключает возникновение высокочастотных вибраций в процессе резания. Еще одной особенностью данных пластин является заточка при вершине криволинейной зачищающей кромки увеличенного радиуса ($r = 12$ мм) на ограниченной длине ($C = 5$ мм) для обеспечения требований по шероховатости обработанного профиля и снижения неравномерности износа (рис.1, б). Для обработки наружной части гребня колеса, торец пластины выполнен в виде радиуса ($r = 13$ мм) (рис.1, а).

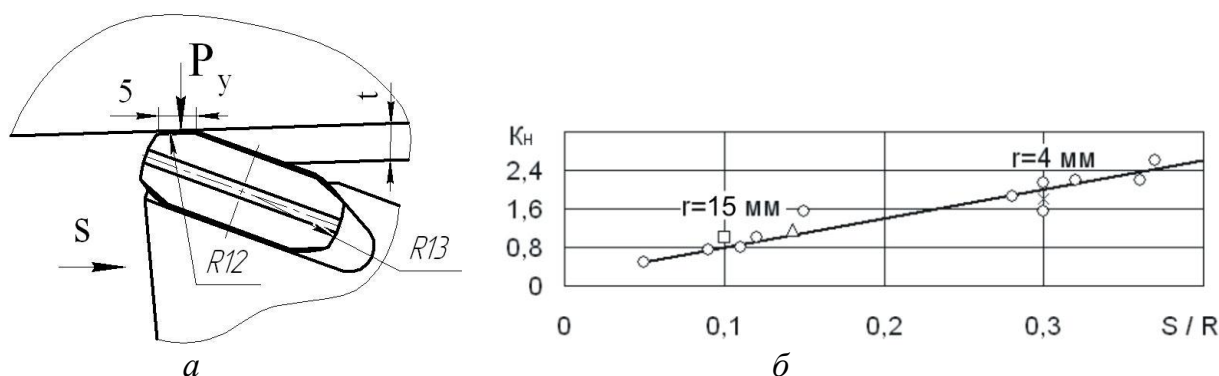


Рисунок 1 – Крепление переточенной призматической пластины (а) и влияние отношения S/R на неравномерность износа при точении резцами призматической и чашечной формы марки Т14К8 колесной стали ($HВ=2850$ МПа), $R = 4 - 15$ мм; $S = 1,2 - 2,5$ мм/об

Для повышения прочности и формоустойчивости режущего лезвия необходимо затачивать упрочняющую ($f_y = 0,5 - 0,8$ от максимальной толщины срезаемого слоя) и стабилизирующую ($f_c = 2,5$ мм) фаски на передней поверхности, а также предусмотреть притупление по задней поверхности ($h_0 = 0,3 - 0,4$ мм) под небольшим углом ($\approx 6^\circ$). Значение ширины упрочняющей фаски и назначенные режимы резания должны обеспечивать сход стружки по передней поверхности под небольшим положительным передним углом (с учетом установки пластины в державке $\gamma \approx 4^\circ$) (рис.2).

Для уменьшения температуры формоустойчивости и сил резания необходимо обеспечить прерывание контакта стружки с передней поверхностью на расстоянии f_c , а для обеспечения стружкозавивания и стружкодробления необходимо заточить стружкозавивающий порожек под углом 10^0 (с учетом установки пластины в державке $\gamma_{\Pi} = -16^0$) (рис.2).

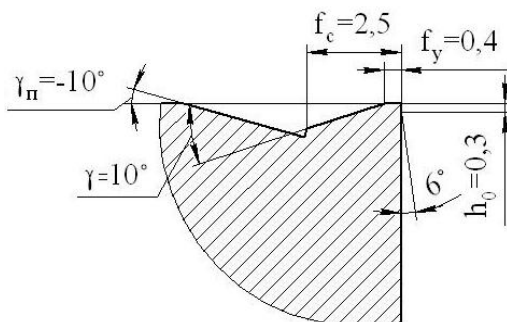


Рисунок 2 – Форма режущей пластины с упрочняющей и стабилизирующей фасками по передней поверхности и с предварительным притуплением по задней.

При обработке колес по поверхности катания предусмотрено уменьшение угла в плане до $30 - 40^{\circ}$ (вместо $80 - 90^{\circ}$), что позволит существенно уменьшить толщину срезаемого слоя и температуру формоустойчивости практически без уменьшения скорости резания (рис.3).

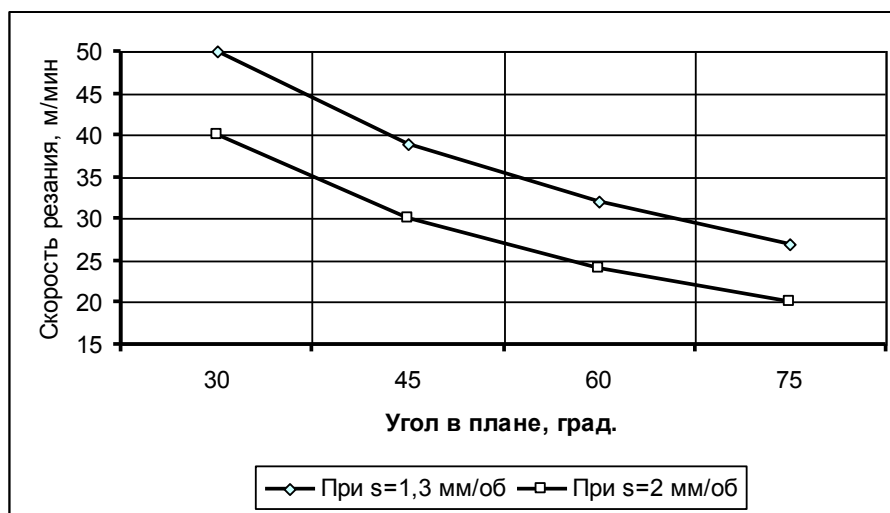


Рисунок 3 – Влияние угла в плане и подачи на скорость резания при температуре формоустойчивости равной 950°C

При обработке поверхности катания изменение направления профиля колеса незначительны (находятся в пределах 6°), а при обработке гребня изменяются в более широких пределах, поэтому обработку гребня и поверхности катания целесообразно производить различными инструментами на различных переходах. Для этого разработаны специальные кассеты, которые

позволяют закрепить переточенные пластины при этом обработка профиля должна проводиться от гребня к фаске колеса (рис. 4).

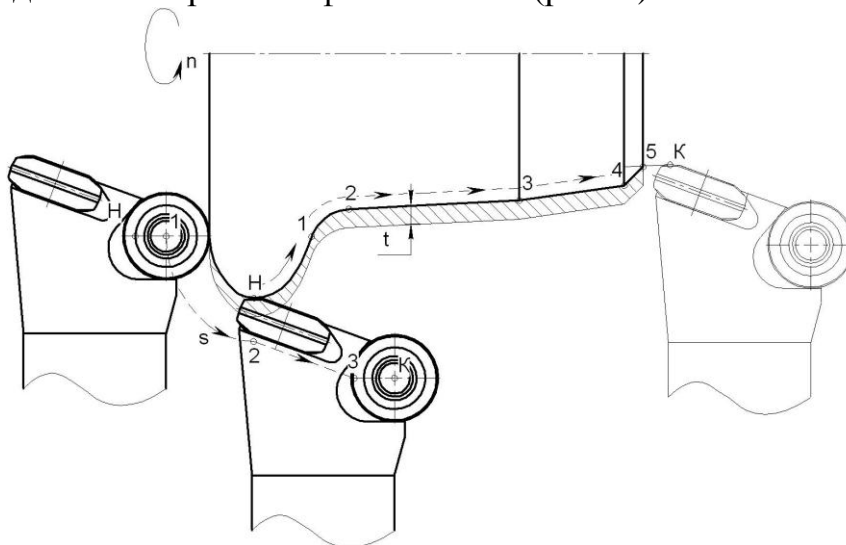


Рисунок 4 – Схема обработки поверхности колеса от гребня к фаске

Так же за счет возможности обеспечения требований точности и шероховатости обработанного профиля предлагаемыми пластинами уже на первом проходе, режимы резания целесообразно снизить примерно в два раза. Это не приведет к снижению производительности, но позволит исключить пластические деформации режущего лезвия и повысить его формоустойчивость при увеличении стойкости в 2,5 – 3 раза (табл.1).

Таблица 1

Сравнительный анализ инструмента с призматической пластиной стандартной и спроектированной формы

Режущий инструмент	φ°	γ°	γ_y°	γ_{Π}°	f_y , мм	L_{Π} , мм	r , мм	t , мм	s , мм/об	n , об/мин	$T_{\text{маш}}$ мин	N , шт	2Δ , мм	Rz , мкм
Стандартный	75	-7	-15	-	0,7	-	4	6/2	1,12/ 1,4	13,5/ 18	21	2	0,54	63
Предлагаемый	30	10	-10	-18	0,4	3	12	6	1,2	8,3	10	6	0,28	20

Как показали исследования изношенных пластин, зона распространения пластических деформаций по передней поверхности составляет порядка 0,7 – 1,0 мм, а по задней поверхности около 1,5 – 2 мм. Следовательно, восстановление изношенных пластин целесообразно путем снятия деформированного слоя либо по передней поверхности на величину 2,1 мм (рис.5, а), либо по задней поверхности на величину 1,1 мм (рис.5, б) с реализацией оптимальной геометрии на передней поверхности и предварительного притупления по задней. Надежное крепление предлагаемых пластин в стандартных державках предлагается осуществить за счет специальных проставок.



Рисунок 5 – Форма предлагаемых призматических режущих пластин:
а) по передней; б) по задней поверхностям

С целью повышения формоустойчивости и стойкости режущих пластин предполагается замена применяемых твердых сплавов на более прочный сплав марки ТТ7К12 или на специальные ультромелкодисперсные твердые сплавы.

Исходя из вышесказанного, к достоинствам предлагаемых пластин можно отнести:

- 1) рациональное использование режущей пластины по длине режущей кромки;
- 2) надежное базирование режущей пластины по плоскостям, расположенным под углом, меньшим 90° ;
- 3) увеличенный радиус при вершине ($r = 12$ мм), обеспечивающий требуемую шероховатость поверхности и равномерность износа при вершине и вдоль режущих кромок;
- 4) рациональная форма режущего лезвия в плоскости стружкообразования, обеспечивающая его формоустойчивость, снижение сил и температур, а также надежное стружкозавивание и стружкодробление.

Описанные выше методы совершенствования геометрии режущего инструмента, применяемого при токарной обработке железнодорожных колес в комплексе позволяют существенно снизить затраты на обработку железнодорожных колес. Ожидаемый экономический эффект от внедрения рекомендаций составляет около 300 тыс. руб в год на 1 станок.

Научный руководитель: к.т.н., доцент кафедры «Машиностроение и Материаловедение» Крутько А.А.

Библиографический список

1. Восстановление профиля поверхности катания колесных пар: Учебное пособие/. А.Ф.Богданов, И.А.Иванов, М.Ситаж. – СПб.: ПГУПС, 2000. – 128 с.

2. Крутько А. А. Повышение эффективности восстановительной токарной обработки железнодорожных колёсных пар: монография / А.А. Крутько, В.С. Кушнер, А.А. Воробьёв – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2013. –170 с.

3. Воробьев А.А., Кушнер В.С., Крутько А.А. [и др.] Оптимизация формы режущего лезвия и режимов обработки железнодорожных колес при ремонте // Вестник научно-исследовательского института железнодорожного транспорта. 2009. № 6. С. 24-27.