

УДК 621.941.27.04:629.4.027.5

**В.Н. Тихенко**, д-р техн. наук, доц.,  
**С.В. Пчелинский**, спеціаліст,  
Одес. нац. політехн. ун-т

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАБОТКИ НА КОЛЕСОТОКАРНЫХ СТАНКАХ

*В.М. Тихенко, С.В. Пчелинский.* Підвищення ефективності обробки на колесотокарних верстатах. Розглянуто основні напрями підвищення ефективності обробки колісних пар залізничного транспорту. Вказано конструктивні особливості сучасних колесотокарних верстатів вітчизняного і зарубіжного виробництва.

*Ключові слова:* колісна пара, залізничний вагон, точність обробки, колесотокарний верстат

*В.Н. Тихенко, С.В. Пчелинский.* Повышение эффективности обработки на колесотокарных станках. Рассмотрены основные направления повышения эффективности обработки колесных пар железнодорожного транспорта. Указаны конструктивные особенности современных колесотокарных станков отечественного и зарубежного производства.

*Ключевые слова:* колесная пара, железнодорожный вагон, точность обработки, колесотокарный станок

*V.N. Tikhenko, S.V. Pchelinskiy.* Improving the efficiency of machining on wheel lathes. The main directions of improving the efficiency of machining of railway wheel sets are considered. Structured features of modern wheel lathes of domestic and foreign production are specified.

*Keywords:* wheel set, railway wagon car, accuracy of machining, wheel lathe

Среди широкой номенклатуры специализированных металлорежущих станков особое место занимают колесотокарные станки, предназначенные для обработки профиля новых и изношенных колес вагонов, электровозов, тепловозов, вагонов метрополитена, моторвагонных секций железнодорожного транспорта.

Для устойчивого экономического развития Украины необходима надежная работа железнодорожного транспорта. Парк отечественной железной дороги в 2011 г. составлял 175 тыс. грузовых и 8 тыс. пассажирских вагонов. Основная часть подвижного состава эксплуатируется длительное время и требует периодического ремонта, прежде всего колесных пар, которые являются одними из главных частей железнодорожных вагонов. Они направляют движение вагона по рельсовому пути и воспринимают все нагрузки, передающиеся от вагона на рельсы и обратно. Безопасность движения поездов во многом зависит от конструкции, материала, технологии изготовления и ремонта, а также качества осмотра колесных пар. Конструкция и состояние колесных пар оказывают влияние на плавность хода, величину сил, возникающих при взаимодействии вагона и пути, и сопротивление движению. Колесная пара состоит из цельнокатаных колёс, напрессованных на ось. Колеса являются одним из основных и наиболее нагруженных элементов ходовой части железнодорожного подвижного состава. Цельнокатаное вагонное колесо состоит из ступицы, диска и обода (бандажа). У обода, обращенного внутрь колеи, имеется выступ, называемый гребнем.

Надежность и безопасность эксплуатации подвижного состава гарантируются испытаниями колес или колесных пар как при их изготовлении, так и в процессе эксплуатации, когда эти испытания проводятся через установленные промежутки времени для выявления дефектов материала и механических повреждений.

Долговечность железнодорожных колес определяется двумя параметрами: временем работы колесных пар до их переточки и количеством возможных переточек колесных пар, которое зависит от того, насколько рационально снимается металл при восстановлении профиля колеса.

Время работы колеса до переточки в значительной мере определяется интенсивностью и неравномерностью изнашивания поверхности катания и гребня. Например, средний срок службы колесной пары пассажирских вагонов между переточками составляет около одного года. Для восстановления изношенных поверхностей колес используют различные методы наплавления новых слоев металла с последующей обработкой до нормативных требований по точности и шероховатости.

Скорости движения поездов в Украине намного ниже, чем в Европе, поэтому становится актуальной проблема увеличения скоростных перевозок на отечественных железных дорогах. Однако при повышенных скоростях движения поездов малейшая неуравновешенность колесной пары и колеса приводит к высокой вибрации и преждевременному выходу из строя буксовых подшипников. К тому же и при пассажирских перевозках, и при транспортировке грузов высокий шум создает неудобство. Некруглость колес снижает уровень комфорта в пассажирских вагонах, особенно в диапазоне высоких скоростях. При определенных их значениях частота колебаний, возбуждаемых некруглостями колес, может войти в резонанс с собственной частотой тележки или кузова вагона, вследствие чего происходит резкое увеличение уровня колебаний.

Необходимо также учитывать, что вибрация приводит к повышенным нагрузкам на рельс. Контроль уровня вибрации и мероприятия по снижению вибрации двигательных установок и колесных букс способствуют повышению надежности подвижного состава, значительному увеличению межремонтного периода. Например, балансировка колесной пары продлевает срок службы буксовых подшипников до пяти раз.

При ремонте колесных пар используются морально устаревшие колесотокарные станки советского или польского производства, оснащенные гидрокопировальными суппортами. Находящиеся в эксплуатации колесотокарные станки имеют значительный износ основных узлов, что снижает производительность и точность обработки. Существует вероятность внезапных отказов станков и срывов графиков ремонтных работ. Процесс резания на этих станках имеет ярко выраженный случайный характер [1, 2]. Низкая культура производства и недостаточная квалификация станочников в ремонтных предприятиях приводят к невысокому качеству обработки колес. Установлено, что проявление выщербин на поверхности катания колеса происходит на протяжении первых 3...6 месяцев после обработки на колесотокарных станках. Как показали исследования, причиной является невыполнение заданной шероховатости обтачиваемых поверхностей колес.

Вместе с тем, колесотокарные станки нового поколения с ЧПУ позволяют выбирать нужный профиль колеса простым нажатием соответствующей кнопки. Это существенно повышает производительность и снижает затраты машинного времени. На токарных станках с ЧПУ можно также в автоматическом режиме измерять геометрические параметры изношенных колес и рассчитывать оптимальную толщину снимаемого слоя металла для получения нормативного профиля колеса. При этом не только значительно сокращается продолжительность всего цикла обработки, но и обеспечивается высокая точность обточки при минимальных потерях металла, что значительно увеличивает срок службы колес.

С 2006 г. Краматорский завод тяжелого станкостроения перешел к выпуску модернизированной версии колесотокарного станка с ЧПУ модели 1836М.10Ф3, которая по компоновке базовых узлов соответствует модели 1836М.10, выпускаемой много лет [3]. Модернизированная модель оснащена системой ЧПУ и новыми управляемыми от ЧПУ суппортами с шариковыми парами в приводах подачи. Оснащение суппортов импортными направляющими качения позволяет развивать высокие скорости быстрых ходов, снизить время вспомогательных перемещений и значительно повысить точность перемещений режущего инструмента. Кроме того, направляющие качения на суппортах увеличивают износостойкость, надежность и срок службы станка до первого капитального ремонта.

В Российской Федерации Рязанский станкозавод производит станки моделей РТ905Ф1 и РТ905Ф3, предназначенные для одиночной обточки профиля поверхности катания вагонных колесных пар, как с буксами, так и без букс [4]. Портальная компоновка станка позволяет уста-

навливать его в технологическую линию ремонта колесных пар. Конструкция гидрокопировальных суппортов станка РТ905Ф1 обеспечивает возможность обработки профиля за один проход при глубине резания до 10 мм.

Колесотокарные станки польской фирмы Rafamet оснащены двумя измерительными головками, при помощи которых в систему управления передается информация о ширине и высоте гребней, диаметрах поверхности катания и расстояниях между внутренними гранями колес. Система ЧПУ автоматически определяет и задает режим обработки, при котором получение ширины гребня ближайшей градации обеспечивается с минимальным снятием стружки. Это позволяет станку без переналадки выходить на профиль, оптимальный для каждой обрабатываемой колесной пары. Продолжительность обработки одной колесной пары не превышает 9 мин.

В традиционных станках для обеспечения необходимых сил резания и точности обработки сцентрированная колесная пара крепится при помощи трех кулачков, расположенных через 120° на планшайбах шпиндельных бабок. Кулачки зажимают колесную пару, радиально раздвигаясь под действием гидравлического цилиндра. Эти кулачки, создающие разжимающее усилие, вдавливаются во внутреннюю поверхность обода с усилием в несколько тонн каждый, что приводит к местным пластическим деформациям. При определенных условиях они могут стать местом зарождения излома обода.

Разница в силе трения в местах нажатия закрепляющих кулачков на поверхность обода обуславливает неравномерность его закрепления, что ведет к возникновению некруглости. Радиально направленные разжимающие усилия ведут к нарушению геометрии обода с появлением признаков треугольника.

Кроме того, круглость обработанных ободов зависит от концентричности большого подшипника главного шпинделя, точности установки пинолей на направляющих и концентричности расположения центров в пинолях. Наложение технологических допусков деталей конструкции станка может приводить к отклонениям в несколько сотых долей миллиметра, которые будут увеличиваться по мере износа контактирующих поверхностей деталей.

Для достижения высокой степени круглости необходимо обеспечивать такое закрепление колесной пары в станке, при котором исключается влияние ее массы на точность обработки. Применяемые для этого гидравлические компенсирующие системы должны гарантировать строгую горизонтальность оси колесной пары. Однако сами эти системы также имеют ограниченный класс точности.

В Германии разработаны станки с фрикционным приводом для обточки ободов колесных пар. Использование фрикционного привода необходимо для того, чтобы избежать появления вмятин на ободе от кулачков зажимного патрона и обеспечить улучшенную круглость при обработке ободов. Точно изготовленный и тщательно обслуживаемый традиционный колесотокарный станок позволяет обтачивать колесные пары с некруглостью около 0,3 мм, в то время как станок с фрикционным приводом позволяет добиться значительно меньшей некруглости [5].

В Одесском СКБ специальных станков спроектирован гидрофицированный станок, обработка ободов на котором выполняется в два этапа: предварительная обточка токарным модулем, а затем окончательная операция шлифовальным модулем [6]. По противоположным концам диаметра каждого колеса располагаются обрабатывающие модули. Работу токарного модуля обеспечивает следящий гидропривод, в котором для повышения гидравлической жесткости, снижения зоны нечувствительности применена дополнительная обратная связь по нагрузке. В шлифовальном модуле режущая способность круга поддерживается путем непрерывной правки алмазным роликом. Правка режущей части круга осуществляется по радиусу, величина которого меньше, чем радиус скругления профиля обода. Микроперемещения в устройстве правки круга и в подналадочном устройстве копира осуществляются от электродвигателя через беззазорный редуктор и шарико-винтовую передачу. Величина подналадочного импульса составляет 0,5 мкм. Для большей жесткости осуществляется также гидравлическая фиксация узлов.

Благодаря наличию устройств ЧПУ и контроля размеров обрабатываемой детали поддерживаются постоянными скорость резания (60 м/с) и подача круга на каждый оборот детали. За счет обеспечения оптимального соотношения скоростей резания и вращения колесной пары гарантируется режим шлифования без прижогов, исключаются структурные преобразования в поверхностном слое детали. Для большей жесткости осуществляется также гидравлическая фиксация узлов станка.

Таким образом, основным принципом разработки колесообрабатывающих станков является создание полнокомплектных обрабатывающих центров, что устраняет необходимость в дополнительном оборудовании, например, измерительных стендах, балансировочных устройствах, системах диагностирования.

Главными результатами внедрения современных технологий обработки колесных пар являются увеличение в несколько раз срока их службы и общее улучшение технического состояния подвижного состава, что оказывает положительное влияние на организацию эксплуатационной работы, безопасность движения поездов и экономические показатели деятельности железных дорог за счет сбережения материальных, финансовых и трудовых ресурсов.

### Литература

1. Солод, В.И. Автоматическое управление режимами резания металлов / В.И. Солод, В.В. Глушко, Г.Г. Гегелов. — М.: Машиностроение, 1979. — 157 с.
2. Струтинський, В.Б. Стохастичні процеси у гідроприводах верстатів: моногр. / В.Б. Струтинський, В.М. Тіхенко. — Одеса: Астропринт, 2009. — 456 с.
3. Презентация колесотокарных станков ОАО “КЗТС” [Электронный ресурс] — Краматорск, 2006. <http://kzts.com.ua/index.php>. — 29.03.06.
4. Железнодорожный транспорт сегодня и завтра. Информационные материалы Форума ITF-2006, Москва, 12.08.2006 [Электронный ресурс] — <http://www.rail-way.ru/info/exhibitions/216>. — 01.05.07.
5. Hauschild, G., Heimann A. Glasers Annalen, 1999. — № 10. — S. 365 — 370. // Железные дороги мира [Электронный ресурс], 2003. — № 6. — [www.zdmira.com](http://www.zdmira.com).
6. Тихенко, В.Н. Разработка гидрофицированного станка для обработки колес железнодорожных вагонов / В.Н. Тихенко, А.А. Волков // Тр. Одес. политехн. у-та, — Одесса, 1999 — Вып. 1(7). — С. 80 — 82.

### References

1. Solod, V.I. Avtomaticheskoe upravlenie rezhimami rezaniya metallov [Automatic Mode Control of Metal Cutting] / V.I. Solod, V.V. Glushko, G.G. Gegelov. — Moscow, 1979. — 157 p.
1. Strutynskiy, V.B. Stokhastychni protsesy u hidropyvodakh verstativ: monohr. [Stochastic Processes in Hydraulic Drives of Machine-Tools: monograph] / V.B. Strutynskiy, V.M. Tikhenko. — Odesa, 2009. — 456 p.
2. Prezentatsiya kolesotokarnykh stankov ОАО “KZTS” [Presentation of “KZTS” Lathes] / Kramatorsk. 2006 [Elektronnyj resurs] — Available at: <http://kzts.com.ua/index.php>. — 29.03.06 .
3. Zheleznodorozhnyy transport segodnya i zavtra. Informatsionnye materialy Foruma ITF-2006 [Railway Transport Today and Tomorrow. Information Materials of the Forum, ITF-2006], Moskva, 12.08.2006 [Elektronnyj resurs] — Available at: <http://www.rail-way.ru/info/exhibitions/216>. — 01.05.07.
4. Hauschild, G. Heimann, A. Glasers Annalen, 1999, № 10, S. 365 — 370. Zheleznye dorogi mira [Railways of the World], 2003, #6 // Available at: <http://www.zdmira.com>.
5. Tikhenko V.N. Razrabotka gidrofitsirovannogo stanka dlya obrabotki koles zheleznodorozhnykh vagonov [Development of the Hydroficated Machine-Tool for Treatment of Wheels of Railway Cars] / V.N. Tikhenko, A.A. Volkov // Proc. of Odessa Polytech. Univ, Odessa, Issue 1(7), 1999. — pp. 80 — 82.

Рецензент д-р техн. наук, проф. Одес. нац. политехн. ун-та Деревянченко А.Г.

Поступила в редакцию 2 апреля 2012 г.