

Министерство высшего и среднего специального образования
У С С Р

Днепропетровский ордена Трудового Красного Знамени
металлургический институт

РГАСНИИ 73.29

УДК 625.032.5:625.14

В.П. Есаулов, А.В. Сладковский, Е.И. Шевченко,
Л.С. Калашникова, Л.П. Гребенюк

К ВОПРОСУ СОЗДАНИЯ НОВЫХ ПРОФИЛЕЙ БАНДАЖЕЙ
ЛОКОМОТИВНЫХ КОЛЕС И ИХ ЭФФЕКТИВНОГО РЕМОНТА

Дел. в Укр НИИ ИТТИ и 19.09.88

Государственная
республиканская научно-
техническая библиотека УССР

Днепропетровск, 1988

2399-Ур88

Юс

В соответствии с требованиями кардинального ускорения научно-технического прогресса на базе принципиально новых технологических систем и перехода к технике новых поколений, учитывая фактор дефицита металла и дальнейшего повышения скоростей движения на транспорте, вопрос о создании новых экономических профилей поверхности катания железнодорожных колес является актуальным.

Одним из важнейших факторов, влияющих на устойчивость движения, на износостойкость и долговечность железнодорожных колес, является геометрия поверхности катания колеса. При этом возникает необходимость разработки такой конструкции колеса, элементы которой удовлетворяли бы возросшим требованиям надежности, долговечности и ремонтпригодности.

В настоящее время во многих странах мира ведутся фундаментальные комплексные исследования с целью определения оптимального профиля поверхности катания.

Особого внимания по выбору оптимального профиля поверхности катания заслуживают исследования, выполненные Хейманом, Мюллером, Нефцгерном Г., Нефцгерном А. и др.

Как показывает практика, принятый в настоящее время ку-сочно-конический профиль уже не отвечает в полной мере указанным требованиям. В связи с этим советскими специалистами, только в последние годы разработаны и внедрены на магистральном и внутризаводском транспорте примерно 6 типов новых профилей, которые по своим эксплуатационным характеристикам намного эффективнее стандартного. Так, ВНИИЖТОм на основании обработки большого статистического материала был предложен улучшенный профиль поверхности катания, так называемый среднесетевой. Предложены новые конструкции профиля поверхности катания специалистами ОММИТа, МИИТа, РИЖТа и др.

Обследование рабочих поверхностей колес, имеющих прокат и следы явно выраженных структурных превращений показывает, что основную роль при износе играют истирание и раскатывание материала при взаимодействии поверхностей колеса и рельса. Именно в зоне контакта колеса с рельсом следует искать условия для возможного управления процессом изнашивания, обеспечивающего повышение эксплуатационной надежности двух соприкасающихся тел - колесо-рельс. Одним из таких условий, способствующих уменьшению контактных напряжений, является криволинейность поверхности катания колеса. Следует отметить, что эффективность применения криволинейного профиля, соответствующего изношенному очертанию, с точки зрения снижения контактных напряжений, износа и смятия была впервые обоснована профессором Н.М. Беляевым. Создание новых профилей обода с криволинейной поверхностью катания должно способствовать уменьшению действующих на путь сил, контактных напряжений и проскальзывания в месте контакта, способствовать максимальному использованию коэффициента сцепления и улучшению плавности хода подвижного состава, повышению надежности и долговечности колес, увеличению их межремонтного цикла.

Следует отметить, что европейские страны, входящие в Международный союз железных дорог, оборудуют подвижной состав колесами с криволинейной поверхностью катания.

Известно, что по мере увеличения проката для колес с коническим профилем поверхности катания происходит интенсивная выработка бандажа в зоне выкружки. При этом происходит смещение контактной зоны колеса к гребню и его интенсивный износ за счет проскальзывания, имеющего место при контактировании с боковой гранью головки рельса. В результате интенсивного износа

образуется тонкий гребень и колесо поступает в ремонт.

Анализ известных профилей поверхности катания локомотивных колес, например, профилей ВНИИЖТа, ОМИИТа, Хеймана, Мюллера, Лоттера и других, показывает, что наметился отход от кусочно-конической поверхности (с уклоном 1:7 и 1:20) к частично криволинейной поверхности катания. При этом в области, прилегающей к выкружке, появляется участок большого радиуса, сравнимого с радиусом головки рельса.

Однако именно существование большого числа профилей доказывает, что оптимальный профиль поверхности катания в настоящее время не существует ни в СССР, ни за рубежом.

В результате анализа логики создания новых профилей бандажа становится ясно, что различные авторы прежде всего стремились к обеспечению соответствия профиля нормативным параметрам и размерам, во вторую очередь обеспечивается гладкость сопряжений различных участков профиля. Прочностные соображения являются третьестепенными, либо вообще в расчет не принимаются.

Для определения оптимальной формы поверхности катания и гребня железнодорожного колеса, то есть имеющего повышенную надежность и долговечность и обеспечивающего требования безопасности движения, на Приднепровской железной дороге были сняты слепки с поверхностей катания 200 колес различных видов подвижного состава, в том числе электровозов ЧС-2, ВЛ-60, тепловозов ТГМЗ, ТЭЗ, 2ТЭ10Л и других.

Для снятия слепков были разработаны специальные опалубки для вагонных и локомотивных колес. Слепки снимались с конкретных колесных пар (со стандартной и криволинейной поверхностью катания), за которыми велись систематические наблюде-

ния и случайных колесных пар, имеющих различный прокат. В том числе для тепловозов и электровозов от I до 7 мм.

На рис. 1 и 2 представлены графики, отражающие характер износа стандартных профилей колес электровозов и тепловозов при прокате от I до 6 мм для электровозов и от I до 7 мм для тепловозов.

Анализ полученных кривых износа поверхности катания и гребня колес со стандартным профилем поверхности катания показал, что наиболее изгошенными являются зоны в районах выкружки при переходе поверхности катания в гребень и непосредственно поверхность катания. На "бывшем" уклоне 1:7 отчетливо просматривался наплыв металла.

Стандартный профиль в процессе эксплуатации сохраняется сравнительно недолго - 25-60 тыс. км, затем образуется криволинейный профиль, который после 75-100 тыс. км пробега принимает оптимальную по износу геометрическую форму. Это соответствует 2-3 мм проката по кругу катания, после чего происходит интенсивное выдавливание металла на внешнюю сторону обода. Именно в это время следует ожидать наибольшего износа верхнего строения пути и стрелочных переводов.

В дальнейшем интенсивность износа поверхности катания возрастает. При этом внутренняя часть поверхности катания значительно меньше подвержена этому явлению за счет того, что часть напряжений воспринимается гребнем, что, в свою очередь, приводит к другому виду износа - подрезу гребня. Установлено, что подрез гребня можно отнести к факторам, более влияющим на срок службы колес, чем прокат (истирание).

Из изложенного видно, что либо колесные пары со стандартным профилем после 3-4 мм проката следует перетачивать на ре-

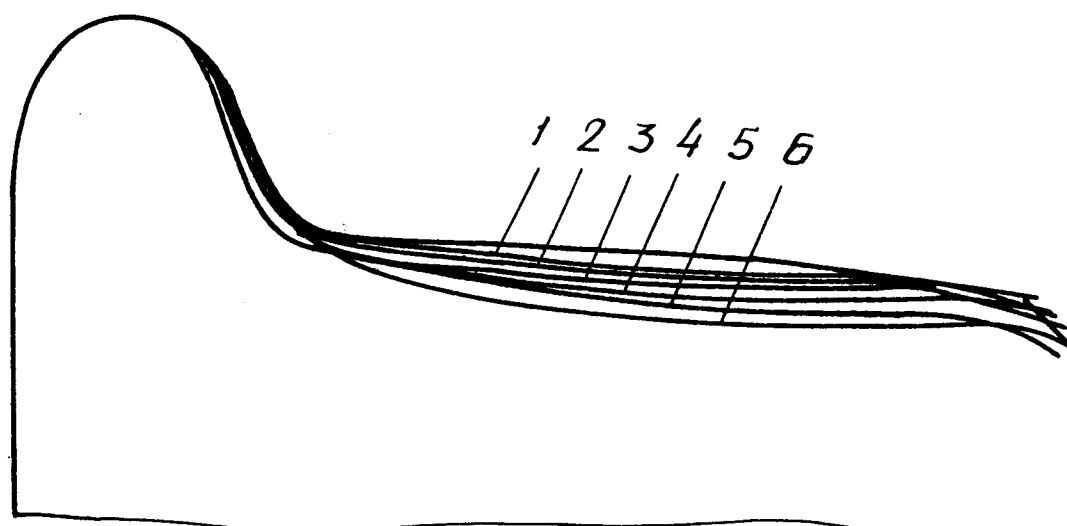


Рис. 1. Форма профиля обода колес электровозов
в зависимости от величины проката

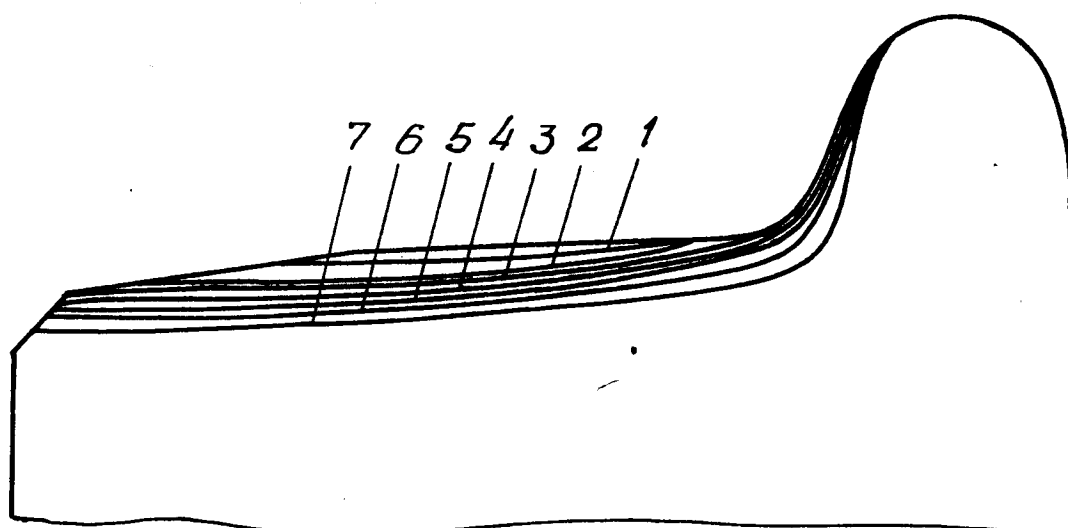


Рис. 2. Форма профиля обода колес тепловозов
в зависимости от величины проката

монтажный размер, либо применять такую форму поверхности катания, которая менее подвержена образованию седла. Так как переточка колесных пар после 3–4 мм проката из-за увеличения объема ремонтных работ по экономическим соображениям не выгодна, то основанием для разработки нового профиля могут служить данные, полученные со слепков колес, имеющих прокат 2–3 мм.

Эти данные (ординаты кривых) были получены по результатам статистической обработки 200 слепков, по которым построена усредненная кривая, отражающая закон износа поверхности катания. Наилучшим аналитическим выражением, описывающим данный закон, является степенная функция

$$y = ax^b \quad (I)$$

причем параметры a и b лежат в следующих диапазонах

$$a = 4,8 \div 5,4,$$

$$b = 0,23 \div 0,25$$

Форма поверхности катания, описываемая формулой (I) была использована для нового профиля, разработанного в ДМетИ для вагонных колес / I /. Анализ контактных напряжений для данного профиля, проведенный при помощи теории Герца-Беляева показал существенное снижение их уровня. При этом было достигнуто снижение уровня износа и повышение долговечности колес в эксплуатации на 25–30%.

Аналогичный подход предлагается для создания профиля обода локомотивных колес. При этом профиль описывается кривой, состоящей из трех участков: параболоида вращения, выраженного уравнением (I) для основной области поверхности катания, двух кубических сплайнов

$$y = cx^3 + dx^2 + ex + f \quad (2)$$

в области выкружки и окружностей радиусов R_i для гребня. Конкретные значения параметров выбирались из анализа профилей

изношенных колес для различных величин проката.

Формулы для каждого участка профиля были запрограммированы и на рис. 3 представлена расчетная поверхность локомотивного профиля.

При проведении переточки колесных пар необходимо учитывать изменение диаметра колеса, что влияет на величину контактных напряжений. Поэтому следует учитывать это влияние при выборе параметров профиля.

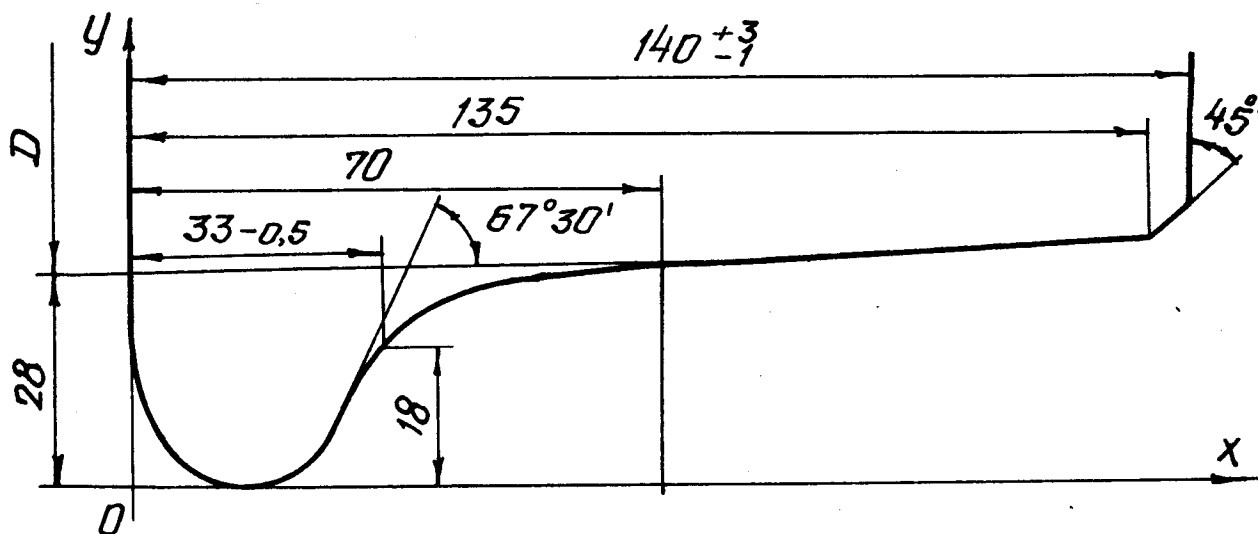


Рис. 3. Расчетная поверхность локомотивного профиля

Разработанные профили для локомотивных колес предполагается использовать в условиях Приднепровской дороги и промышленного транспорта. Предполагается, что применение колес с новым профилем поверхности катания под локомотивами на участках с большими уклонами и большим числом кривых малого радиуса позволит уменьшить износ колес и прежде всего подрез гребня, что в свою очередь будет способствовать повышению надежности и долговечности колес.

Литература

- И. А. с. 1109324 СССР, МКИ³ В 60 В 21/02. Обод железнодорожного колеса / В. П. Есаулов и др. - Оpubл. 23.08.84, Бюл. № 31. - 2 с.

ПЕЧАТАЕТСЯ В СООТВЕТСТВИИ С РЕШЕНИЕМ УЧЕНОГО
СОВЕТА ЭНЕРГОМЕХАНИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА
ДНЕПРОПЕТРОВСКОГО МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА
ОТ 20 МАЯ 1988 ГОДА