

ИВАНОВ Игорь  
СИТАЖ Марек

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ  
РАБОТОСПОСОБНОСТИ КОЛЕС ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО  
ТРАНСПОРТА**

**Резюме.** Недостаточная изученность технологических систем механической обработки колес, вопросов обрабатываемости колесных сталей новых марок и надежности используемого инструмента ведут к его поломкам, врезам в колесо и последующим переточкам колес. В работе представлено методы повышения работоспособности колес

**TECHNOLOGICZNE METODY ZWIĘKSZENIA TRWAŁOŚCI KÓŁ KOLEJOWYCH**

**Streszczenie.** Brak znajomości technologii obróbki mechanicznej kół kolejowych, skrawalności stali i trwałości narzędzi skrawających prowadzi do zmniejszenia trwałości kół kolejowych, obrabiarek i narzędzi skrawających. W pracy omówiono metody zwiększenia trwałości kół kolejowych zestawów kołowych.

**THE TECHNOLOGICAL MEANS OF INCREASING THE DURABILITY OF  
WHEELSETS**

**Summary.** The increase of effectiveness of railway transport is closely associated with setting up new technologies of manufacture and repair of railway wheels and refurbishing the existing wheels in order to raise their durability. The management of the work quality of the wheelsets as well as their durability and reliability should take into account the mechanisms of wheel parameter change and their manufacture and repair conditions.

Повышение эффективности работы транспорта, дальнейшее снижение материальных затрат вызывает необходимость разработки новых, более прогрессивных технологических процессов производства и ремонта колес

подвижного состава, а также совершенствования действующих с целью увеличения их ресурса, улучшения работоспособности колес. Управление качеством работы колеса, его надежностью (рис. 1), должно предусматривать действия, направленные на изменение параметров колес, условий их производства и восстановления.

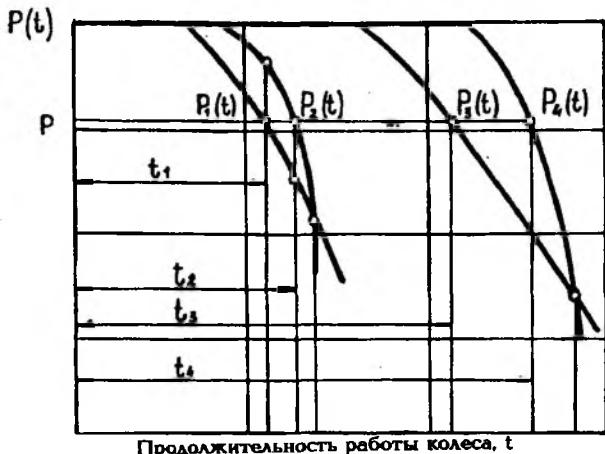


Рис. 1

Этого можно достигнуть специальными технологическими мероприятиями (рис.2).

Недостаточная изученность технологических систем механической обработки колес, вопросов обрабатываемости колесных сталей новых марок и надежности используемого инструмента ведут к его поломкам, врезам в колесо и последующим переточкам колес. Известно, что один миллиметр толщины обода обеспечивает 40...20 тыс.км пробега в зависимости от диаметра колеса. Например, на рис.3 приведена схема обточки изношенного локомотивного бандажа при восстановлении полного профиля по ГОСТ 11018-87. При обточке главную роль играет состояние гребня. Чем больше его износ  $\Delta$ , тем, соответственно, большую толщину металла приходится снимать по кругу катания колес (рис.3.а). И наоборот, при полномерном гребне и наличии проката совершенно нет необходимости в дополнительном съеме металла с поверхности катания (рис.3.б).

На рис.4. представлен назначенный ресурс в виде площади ОНВС, ограниченной осями координат и линией ВС - функцией износстойкости металла обода [1]. Обозначим его через  $T = \text{ОНВС}$ .

Этот ресурс определится по площади под интегральной кривой износстойкости ВС

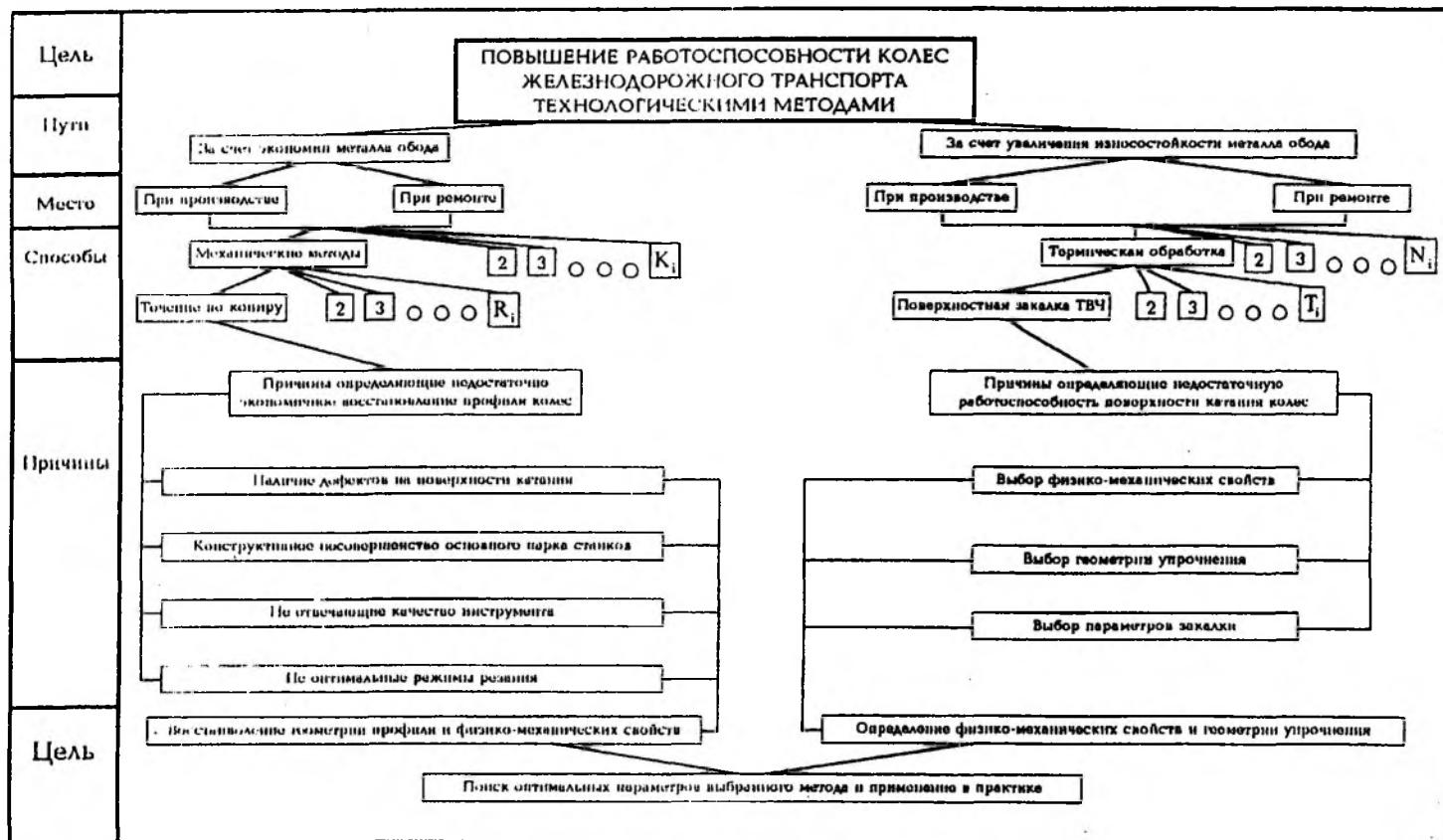


Рис.2

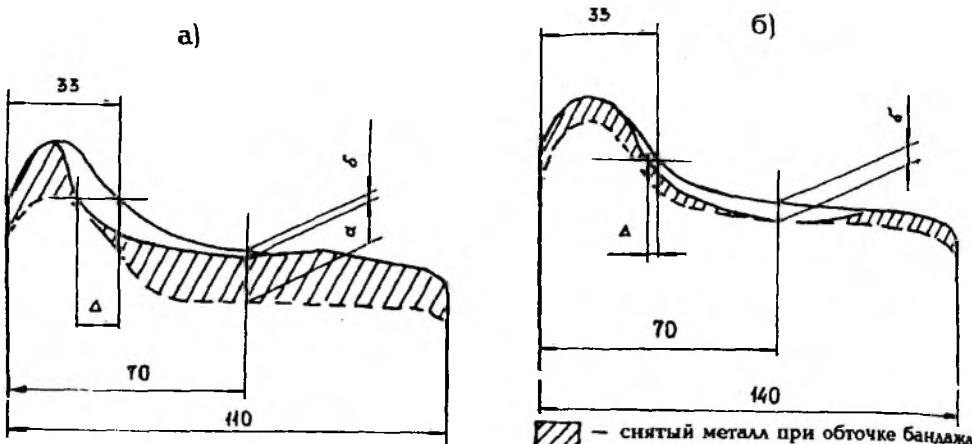


Рис. 3

$$T = \int_0^h f(h) dh \quad (1)$$

где  $h = OH$  - рабочая толщина обода колеса;

$f(h)$  - функция износостойкости металла обода.

Назначенный ресурс представим в виде суммы двух слагаемых:

$$T = T_{II} + T_{H} \quad (2)$$

где  $T_{II}$  - используемый ресурс;  $T_H$  - неиспользованный ресурс.

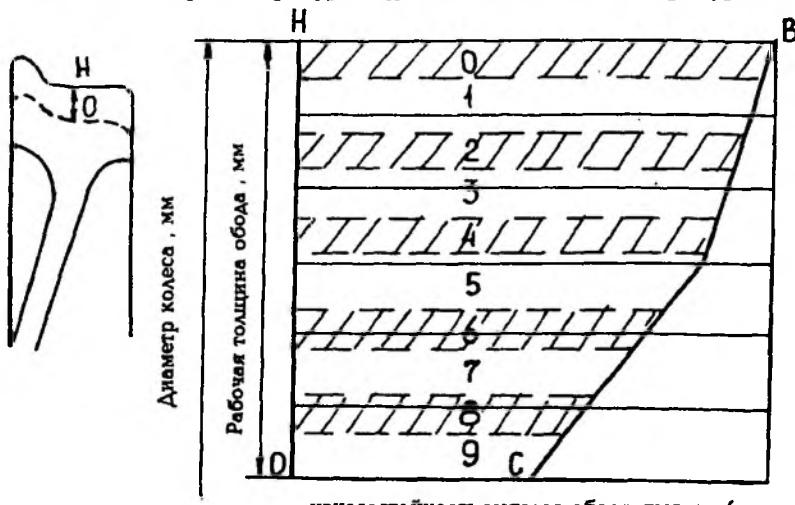


Рис.4

Площадь, обозначенная на рис.4. через 0, характеризует часть неиспользованного ресурса, определяемого повторной механической обработкой и уменьшением диаметра колеса на стадии производства. В этом случае колеса, поступающие в эксплуатацию, будут иметь назначенный ресурс  $T_1$  примерно на 10% меньше

$$T_1 = 0,9 T \quad (3)$$

То есть для повышения ресурса колеса необходимо совершенствование технологического обеспечения процесса их обработки на стадии производства.

Для колесотокарного производства борьба за повышение производительности труда и эффективное использование ресурсов имеет особо важное значение, так как в настоящее время выход годного в колесопрокатных цехах колеса составляет 88...93% [2]. Этот показатель выхода годного колеса является сквозным и включает потери по вине колесного металла, потери при изготовлении колес, их термической и механической обработке. Задача рассмотрения причин, приводящих к возникновению дефектов на всех стадиях производства колес, является очень широкой, поэтому дальше основной акцент делается на решение задачи выявления резервов при прокатке колес, связанных с дальнейшей механической обработкой. Это объясняется тем, что большинство поверхностных дефектов и размерных отклонений в колесах проявляется в результате осуществления специфического процесса прокатки, хотя колесопрокатный стан нельзя считать ответственным за многие из этих дефектов.

К причинам, ведущим к снижению выхода годного при прокатке колес, следует отнести несоответствие конфигурации колесной заготовки требуемой, нарушение технологии прокатки заготовок и неправильную калибровку прокатного инструмента. В свою очередь, размерные отклонения в прокатаном колесе вызывают появление различных дефектов при последующих переделах. Основные виды дефектов прокатанных колес (по геометрическим размерам) приведены ниже:

- эксцентризитет обода относительно ступицы колеса;
- разностенность ступицы, разнотолщинность обода, перекос торца ступицы, смятие ступицы, скос торца ступицы, короткая ступица после механической обработки, утонение обода;
- закат на гребне и на ободе колеса;
- недокат гребня;
- утонение диска и обода;
- малый диаметр наружной поверхности обода колеса.

На прокатанных колесах наблюдаются поверхностные дефекты. За небольшим исключением источниками этих дефектов являются пороки

металла: трещины, рванины, подкорковые пузыри, шлаковые включения и т.п. В колесопрокатном стане в местах расположения этих дефектов появляются плены.

Следует отметить, что только часть колес отбраковывается после их осмотра в черновом виде, а большая часть - после их механической обработки. Таким образом, предотвращение или уменьшение дефектов не только приводит к непосредственному увеличению выхода годного колеса, но и устраняет необходимость в дополнительных трудозатратах, затратах станко-часов, инструмента, электроэнергии и других материалов.

Таким образом, площадь, обозначенная на рис.4. через 0, характеризующую часть неиспользованного ресурса колес можно разделить на три основные группы (рис.5.а):

0.1 - поверхностные дефекты;

0.2 - отклонения по геометрическим размерам;

0.3 - геометрические измерения и метод механической обработки.

Восстановление работоспособности колеса в процессе эксплуатации предусматривает действия, направленные на восстановление параметров колеса до состояния, при котором оно будет способно выполнять требования эксплуатации при установленных условиях функционирования. Традиционно производится восстановление только геометрических параметров профиля катания колеса. При этом восстановление ведется незакономично. Из-за дефектов на поверхности катания, возникающих в процессе эксплуатации (ползуны, навары и т.п.) и возможности поломки инструмента при восстановлении профиля, обработка ведется "под корку", то есть снимается и работоспособный слой металла. Исследования ВНИИЖТа показали, что за срок службы колеса вагона поезда 36% рабочей толщины обода расходуется на стружку. По данным [3] средняя толщина обода нового колеса составляет 78 мм. Минимально допустимая в эксплуатации 35 и 30 мм для вагонов скоростных и нескоростных пассажирских поездов, а рабочая часть толщины обода 43 и 48 мм соответственно. По данным Октябрьской железной дороги на участке Москва - С.-Петербург общая частота браковки колесных пар и их поступление в оботочку для скоростных поездов в 1,8 раза больше, чем для нескоростных. Поэтому в стружку расходуется металла колес скоростных и нескоростных поездов соответственно 27 и 17 мм рабочей части толщины обода, а изнашивающиеся в эксплуатации части толщины ободов колес вагонов скоростных и нескоростных поездов составляют соответственно 16 и 31 мм. Следовательно, за срок службы колеса вагона скоростного поезда 62% рабочей толщины обода расходуется в стружку.

В соответствии с рис.4 площади, характеризующие ресурс, неиспользуемый на стадии эксплуатации из-за применяемой

незэкономичной технологии восстановления профиля, обозначены через 2,4,6,8. А в целом неиспользуемый ресурс определяется суммой площадей

$$T_H = 0 + 2 + 4 + 6 + 8 \quad (4)$$

В то же время величины площадей 2,4,6 и 8 зависят от многих факторов и примерно, как показано на рис 5.6 для площади 2 главным из них являются:

- 2.1 - несовершенное измерение диаметра;
- 2.2 - несовершенность метода механической обработки;
- 2.3 - без восстановления физико-механических параметров поверхностного слоя;
- 2.4 - несовершенство инструмента (резцы).

a)

б)

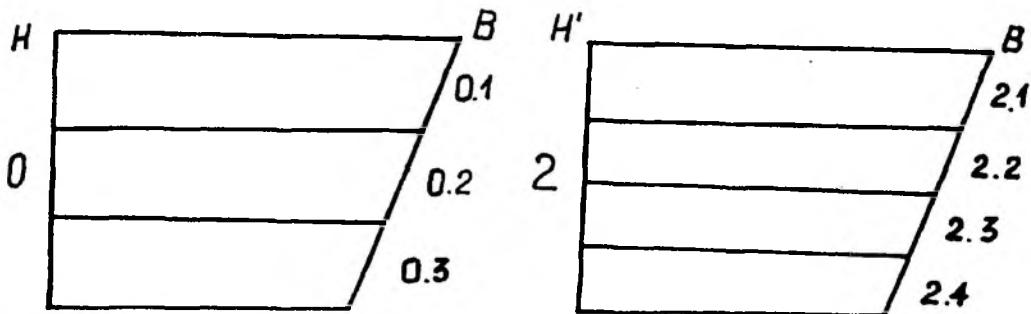


Рис. 5

В связи с увеличением числа отказов по подрезу гребня процент неиспользуемой рабочей толщины обода возрастает (при восстановлении колеса с подрезом гребня срезается значительный слой металла обода, (рис.3.) Используемый в настоящее время ресурс определяется следующей суммой площадей (рис.4):

$$T_H = 1 + 3 + 5 + 7 + 9 \quad (5)$$

и составляет примерно 60% назначенного ресурса

$$T_R = 0,6 T \quad (6)$$

То есть применяемые в настоящее время способы восстановления работоспособности колес (восстановление геометрии профиля) - незэкономичны, так как сокращают назначенный ресурс колеса.

Следовательно, необходимо повышение экономичности восстановления работоспособности колеса, сохранение металла обода.

За последние десятилетия предел прочности колесной стали вырос до 1130 МПа, а твердость до 255 НВ. В то же время появился технологии производства тяжелых рельсов особо высокой прочности с твердостью до 460 НВ и пределом прочности до 1520-1560 МПа [1,2,3]. Ранее выполненные исследования показали, что наиболее рациональное соотношение твердости материала рабочих поверхностей колеса и рельса должно быть 1,2. Вместе с тем, проблема оптимизации износостойкости пары колесо-рельс обусловлена рядом технико-экономических факторов. И коэффициент соотношения твердости материала колеса и рельса, вероятно, не является величиной постоянной. Он должен зависеть от грузонапряженности отдельных направлений и участков железных дорог.

Внедрение термической обработки рельсов до 341-388 НВ сыграло важную роль для улучшения работы железных дорог. Однако, этот шаг был предпринят без учета "интересов" колес, действительные возможности которых (повышение твердости, износостойкости и др.) до сих пор остаются раскрытыми не полностью, а соотношение твердости на многих направлениях оказалось равным 0,75...0,85.

Анализируя рис.2, можно отметить, что существует два основных пути повышения ресурса колес технологическими методами. ПЕРВЫЙ - за счет экономии металла обода, т.е. снижение величины  $T_n$  (неиспользуемой части назначенного ресурса) как на стадии производства колес, так и на стадии эксплуатации (при восстановлении работоспособности). ВТОРОЙ - за счет увеличения износостойкости металла обода, повышения величины  $T_i$  (используемой части назначенного ресурса)

## Литература

1. Иванов И.А.: Повышение ресурса колес рельсовых экипажей. Дисс. на соиск. уч. степ. д.т.н. С-Петербург, 1993, 257 с.
2. Богданов А.Ф.: Эксплуатация и ремонт колесных пар вагонов. М. . . . Транспорт, 1985, -270с.
3. Ситаж М.: Методы повышения работоспособности системы колесо-рельс. Дисс. к.т.н. Ленинград, 1987 .

Recenzent: Doc.dr inż. Eugeniusz Turzyk

Wpłynęło do Redakcji: 21.06.1995 r.

### **Abstract**

The increase of effectiveness of railway transport is closely associated with setting up new technologies of manufacture and repair of railway wheels and refurbishing the existing wheels in order to raise their durability. The management of the work quality of the wheelsets as well as their durability and reliability should take into account the mechanisms of wheel parameter change and their manufacture and repair conditions. The basic technological ways and means of increasing the durability and reliability of railway wheelsets wheels have been discussed in the paper. Since more than 50 per cent of the material is not utilized during the manufacturing process (machining etc.) and, moreover, 1 mm of the rolling surface outer layer corresponds to approximately 20000 è 40000 kms of travel, two basic ways of increasing the durability of the railway wheels have been considered in the article. These are: 1) the economy of the metal during manufacture and running, 2) increasing the abrasion resistance of the wheelsets steel.