

Е. С. Ефремова, В.Г. Рахчеев

Самарский государственный университет путей сообщения, г. Самара, Российская Федерация

НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ШЛИФОВАНИЯ РЕЛЬС НА СКОРОСТНЫХ МАГИСТРАЛЯХ РФ

Аннотация: В статье рассматривается новый способ шлифования рельсов на высокоскоростных магистралях РЖД и за рубежом, основанный на одновременном шлифовании обоих рельсов одним абразивным кругом. Применение данного способа позволяет уменьшить воздействие колёс подвижного состава на железнодорожный путь и повысить комфортность движения поездов

Ключевые слова: абразивная обработка, шлифование рельсов, железнодорожный путь

E. S. Efremova, V. G. Rakhcheev

Samara State Transport University, Samara, the Russian Federation

THE TECHNOLOGY OF SIMULTANEOUS GRINDING OF RAILS ON RAILWAY TRACKS OF THE RUSSIAN FEDERATION

Abstract: The article considers a new method of grinding rails on high-speed railways and abroad, based on the simultaneous grinding of both rails with one abrasive wheel. The use of this method makes it possible to reduce the impact of the wheels of rolling stock on the railway track and increase the comfort of train traffic

Keywords: abrasive processing, grinding of rails, railway track

Перспективы повышения скоростей движения поездов на железных дорогах РФ, а также создание высокоскоростных магистралей со скоростями движения поездов до 200 км/ч требуют проведения комплекса мер, которые позволили бы снизить величину неровностей на поверхности катания головки рельсов, а, следовательно, и динамическое воздействие колёс подвижного состава на железнодорожный путь. Из всех методов, применяемых для восстановления служебных свойств рельсов и продления сроков их эксплуатации, наиболее эффективным и производительным является шлифование рельсошлифовальными поездами.

В работе [1] отмечена эффективность использования одновременного шлифования обоих рельсов одним абразивным кругом диаметром 1600 мм. Также приведена модель круга нового образца. В данной работе возникла необходимость уточнения этой модели. Более полная модель технологии шлифования рельсов РШП представлена на рисунке 1.

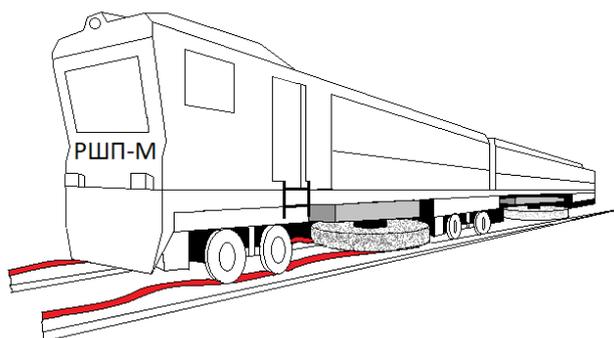


Рис. 1. Модернизированный рельсошлифовальный поезд

Одной из главных задач является обеспечение синхронизации износа шлифовального круга. Установлено, что синхронизация зависит от толщины слоя металла, снимаемого зерном и ширины поверхности, контактирующей с поверхностью круга. Наиболее производительным способом шлифования является плоское шлифование торцом круга при поступательной подаче рельса (Рисунок 2)

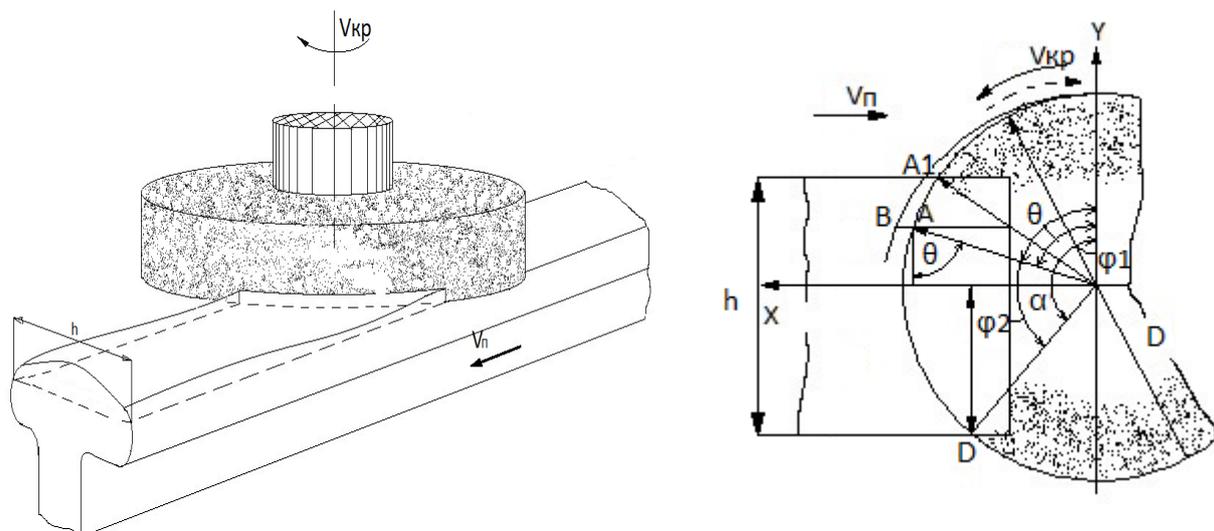


Рис. 2. Схема плоского шлифования торцом круга при поступательной подаче рельса

В рассматриваемом случае траектория микрорезания шлифующим зерном определяется системой уравнений (1)

$$\begin{cases} x = R \sin \theta \pm \overline{AB} \\ y = R \cos \theta \end{cases} \quad (1)$$

Величину отрезка \overline{AB} определим из соотношения

$$\frac{\overline{AB}}{R\theta} = \frac{V_{\Pi}}{60 * V_{кр}}, \text{ откуда } \overline{AB} = \frac{V_{\Pi}}{60 * V_{кр}} * R\theta$$

Полученное значение \overline{AB} подставляем в выражение (1):

$$\begin{cases} x = R \left(\sin \theta \pm \frac{V_{\Pi}}{60 * V_{кр}} \theta \right) \\ y = R \cos \theta \end{cases} \quad (2)$$

Элементарная длина дуги контакта равна:

$$\begin{aligned} dL_{\Gamma} &= \sqrt{dx^2 + dy^2} = R \sqrt{\left(\cos \theta \pm \frac{V_{\Pi}}{60 * V_{кр}} \right)^2 + \sin^2 \theta} d\theta \\ &= R \sqrt{1 \pm \frac{V_{\Pi}^2}{(60 * V_{кр})^2}} * \sqrt{1 \pm \frac{2 \frac{V_{\Pi}}{60 * V_{кр}}}{1 + \frac{V_{\Pi}^2}{(60 * V_{кр})^2}} \cos \theta} d\theta \end{aligned} \quad (3)$$

Получаем полную длину дуги контакта:

$$L_{\Gamma} = R \sqrt{1 + \frac{V_{\Pi}^2}{(60 * V_{кр})^2}} * \int_{\varphi_2}^{\varphi_1} \sqrt{1 \pm \frac{2 \frac{V_{\Pi}}{60 * V_{кр}}}{1 + \frac{V_{\Pi}^2}{(60 * V_{кр})^2}} \cos \theta} d\theta \quad (4)$$

Полученный интеграл можно решить приближенно путем разложения подынтегральной функции в ряд Ньютона и ограничиваясь первыми двумя членами ряда. При $b_1=b_2$ после преобразований имеем

$$L_{\Gamma} = R\alpha \sqrt{1 + \frac{V_{\Pi}^2}{(60 * V_{кр})^2}} \quad (5)$$

При изучении условий взаимодействия колёс подвижного состава с головкой рельсов нашими исследованиями установлено, что контакт колёс с рельсами происходит по узкой полосе $20\text{мм} < h < 30\text{мм}$ (Рисунок 3).

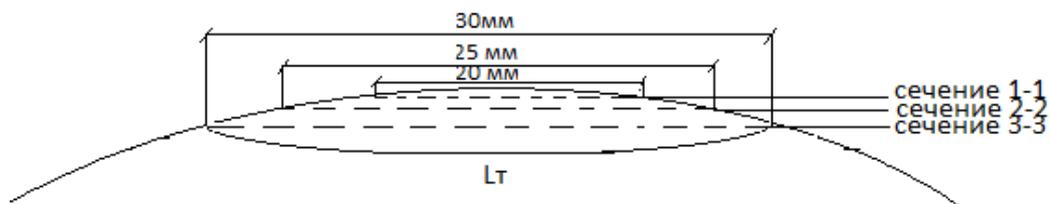


Рис. 3. Зона контакта колес подвижного состава с головкой рельса

Подставляя значения $V_{п} = 6$ м/с ; $V_{кр} = 40$ м/с ; $R = 800$ мм получаем следующие результаты (Таблица 1):

Табл. 1. Результаты вычисления длины дуги контакта

h, мм	Lт, мм
20	572,9745
21	601,6248
22	630,2754
23	658,9262
24	687,5773
25	716,2286
26	744,8802
27	773,5322
28	802,1844
29	830,8369
30	859,4897

Исходя из полученных выше результатов, можно сказать, что длина дуги контакта зависит главным образом от ширины шлифуемой поверхности, так как угол α тем больше, чем больше ширина. Скорость поезда ввиду её небольшой величины по сравнению со скоростью круга $V_{кр}$ влияет на длину дуги контакта незначительно.

Для обработки рельсов в пути широко применяется шлифование вращающимися вокруг своей оси абразивными кругами, которые срезают полоску металла определенной ширины при продольной подаче поезда вдоль рельса. Недостатком этого метода является низкая эффективность, связанная с трением круга об обрабатываемую поверхность, при котором выделяется большое количество тепла. Высокая температура вызывает изменение структуры и физических свойств круга, так как некоторая часть снимаемой стружки размещается в порах шлифовального круга и по мере поступления шлифовальные зерна врезаются в металл все с большим и большим усилием из-за затупления зерна.

С целью повышения эффективности шлифования рельсов в пути предлагается применять абразивный круг с прерывистой рабочей поверхностью, представленный на рисунке 4.

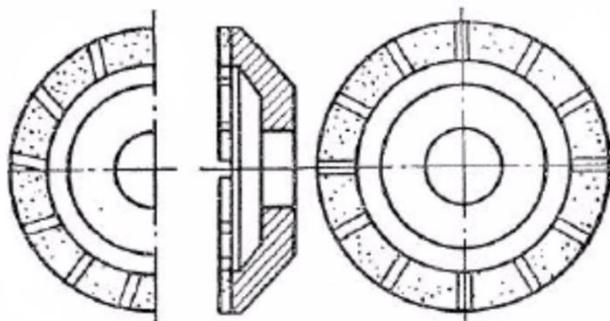


Рис. 4. Шлифовальные круги с прерывистой рабочей поверхностью

В [2] установлено, что круги с прерывистой рабочей поверхностью обеспечивают некоторое повышение производительности и стойкости круга, в результате снижения сил и температуры резания.

Применение абразивного круга с прерывистой рабочей поверхностью позволяет шлифовать рельсы, увеличить скорость рельсошлифовального поезда, не применять охлаждающие средства и свести к минимуму прижоги на поверхности рельсов. 3D Модель абразивного круга нового образца представлена на рисунке 5.

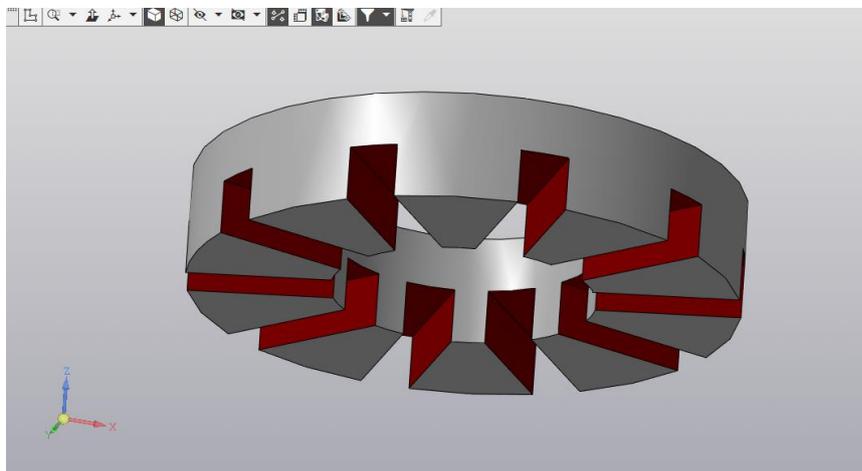


Рис. 5. Модель абразивного круга, выполненная в программе КОМПАС-3D.

Таким образом, применение новой модели абразивного круга позволит повысить эффективность шлифования рельсов. Предполагаемая технология уменьшает динамическое воздействие колёс подвижного состава на железнодорожный путь и повышает комфортность движения поездов, особенно пассажирских.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ефремова Е. С. Технология шлифования рельсов на высокоскоростных магистралях/ Ефремова Е. С., Рахчеев В. Г., Максимов И. С. // Научные исследования высшей школы. - 2019,- с.29-31.
2. Альбрехт В.Г. и др. Профильная обработка рельсов шлифовальными поездами с активными органами: монография. М: ТЕХИНФОРМ, 1999. 93с.
3. Рахчеев В.Г., Галанский С.А., Максимов И.С. Повышение эффективности шлифования рельсов на основе применения модернизированных композиционных и лепестковых кругов и оптимизации системы измерения рельсошлифовального поезда // Вестник транспорта Поволжья. - 2018 . - № 4 (70) . - С. 52-58.
4. Рахчеев В.Г., Галанский С.А., Максимов И.С. Пути повышения качества шлифования рельсов железнодорожного пути // Наука и образование транспорту. - 2018 . - №2. - С. 164-165.

REFERENCES

1. Efremova E. S. Technology of grinding rails on high-speed highways / Efremova E. S., Rakhcheev V. G., Maksimov I. S. // Scientific research of the higher school. -2019,- pp.29-31.
2. Albrecht V.G. et al. Profile processing of rails by grinding trains with active organs: monograph. Moscow: TECHINFORM, 1999. 93s.
3. Rakhcheev V.G., Galansky S.A., Maksimov I.S. Improving the efficiency of rail grinding based on the use of modernized composite and petal circles and optimization of the rail grinding train measurement system // Bulletin of transport of the Volga region. - 2018 . - No. 4 (70) . - pp. 52-58.
4. Rakhcheev V.G., Golunsky S.A., Maksimov I.S. Ways to improve the quality of grinding rails of a railway track // Science and education for transport. - 2018 . - No. 2. - pp. 164-165.

Информация об авторах

Ефремова Елена Сергеевна – Самарский государственный университет путей сообщения, г. Самара, e-mail: elenaefremova1298@yandex.ru

Рахчеев Валерий Геннадьевич – Самарский государственный университет путей сообщения, г. Самара, e-mail: rahcheev@samgups.ru

Authors

Elena Sergeevna Efremova – Samara State Transport University, Samara, e-mail: elenaefremova1298@yandex.ru

Valery Gennadievich Rakhcheev – Samara State Transport University, Samara, e-mail: rahcheev@samgups.ru