

3-7-2018

## THE INFLUENCE OF THE THERMAL REGIME ON METAL'S STRUCTURE WHEN WELD FACING THE RAILWAY TRANSPORT

E S. Nabiyev

*Tashkent institute of railway engineering*

Follow this and additional works at: <https://uzjournals.edu.uz/ferpi>

---

### Recommended Citation

Nabiyev, E S. (2018) "THE INFLUENCE OF THE THERMAL REGIME ON METAL'S STRUCTURE WHEN WELD FACING THE RAILWAY TRANSPORT," *Scientific-technical journal*: Vol. 1 : Iss. 1 , Article 3.

Available at: <https://uzjournals.edu.uz/ferpi/vol1/iss1/3>

This Article is brought to you for free and open access by 2030 Uzbekistan Research Online. It has been accepted for inclusion in Scientific-technical journal by an authorized editor of 2030 Uzbekistan Research Online. For more information, please contact [sh.erkinov@edu.uz](mailto:sh.erkinov@edu.uz).

УДК 621. 791

**THE INFLUENCE OF THE THERMAL REGIME ON METAL'S STRUCTURE WHEN WELD FACING THE RAILWAY TRANSPORT****E.S. Nabiyev**

Tashkent institute of railway engineering

**ВЛИЯНИЕ ТЕПЛООВОГО РЕЖИМА НА СТРУКТУРУ МЕТАЛЛА ПРИ НАПЛАВКЕ КОЛЕС ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА****Э.С. Набиев**

Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта

**ТЕМИР ЙЎЛ ТРАНСПОРТНИНГ ҒИЛДИРАКЛАРИНИ ҚОПЛАШДА ИССИҚЛИК РЕЖИМИНИ МЕТАЛЛ СТРУКТУРАСИГА ТАЪСИРИ****Э.С. Набиев**

Тошкент мухандислик темирйўллар институти

**Abstract.** Мақолада яхлит қуйилган ғилдирақларни эритиб қоплашдаги чок атрофдаги зонанинг структурани ҳосил бўлишида, кўпэлектродли жараённинг термик циклининг таъсири экспериментал излашишларнинг натижалари келтирилган. Яхлит қуйилган ғилдирақларни кўпэлектродли эритиб қоплашда структурани ҳосил қилишнинг хусусияти бўлиб аустенит айланишнинг ҳароратлар оралиқида қиздириш ва совутишнинг тезлик шартлари ҳисобланиб, унинг оқибати бўлиб парчаланиш маҳсулотлари структурасини майдаланиши аниқланди.

**Таянч сўзлар:** яхлит қуйилган ғилдираги, кўпэлектродли жараён, термик цикл, металл структураси ва хоссаси.

**Аннотация.** В работе представлены результаты экспериментальных исследований по влиянию термического цикла многоэлектродного процесса на структурообразование в околошовной зоне при наплавке цельнокатаного колеса. Установлено, что особенностью структурообразования при многоэлектродной наплавке вагонных колес являются скоростные условия нагрева и охлаждения в интервале температур аустенитно превращения, следствием которого является измельчение структуры продуктов распада.

**Ключевые слова:** цельнокатаное колесо, исследование, многоэлектродный процесс, многоэлектродная наплавка, термический цикл, структура и свойства металла.

**Аннотация.** The results of the experimental study of the thermal cycle of many-electrode welding of the solid wheel's comb and its influences in work upon structure's formation in zone of the thermal influence are presented. It is established that the peculiarity of a structure's formation during the many-electrodes welding of the wheel are the high-speed conditions of heating and cooling in a temperature's interval of asthenic conversion. As a result, is the fragmentation of the structure of product's disintegration?

**Keywords:** solid-rolled, research, a process of many-electrodes, many-electrode welding, a thermal cycle, a structure and properties of a metal.

**Введение.**

Железнодорожные колеса являются наиболее ответственными деталями подвижного состава. В вопросе обеспечения безопасности движения поездов, материал колеса имеет большое значение. Он должен гарантировать надежную работу колеса без разрушения и в то

## MECHANICS

же время обладать высокой сопротивляемостью износу и стойкостью против выкашивания частиц металла с поверхности катания в эксплуатации.

При контакте колеса с рельсом возникающая упругопластическая деформация вызывает появление наклепа на поверхностных слоях металла. В процессе движения и торможения

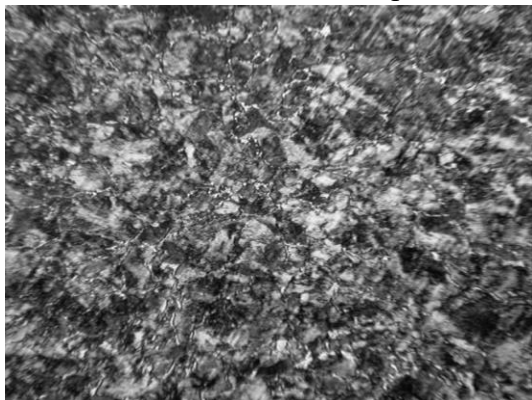


Рис. 1. Микроструктура основного металла, (светлые зерна-феррит, темные-перлит), x100.

материал колеса довольно часто нагревается до температуры 300<sup>0</sup>С. При такой температуре в наклепанном металле быстро успевает произойти процесс старения, резко снижающий как ударную вязкость, так и пластичность. В результате наклепанный поверхностный слой, обладающий высокой твердостью, под действием контактных давлений растрескивается и выкрашивается. Так, исследования изношенной поверхности колес показали, что глубина наклепанного слоя может достигать 3-5 мм, при средней твердости 348 НВ. Образование выкраиваний металла на поверхности катания вызывает преждевременную обточку колёсных пар, при которой для вывода

дефекта приходится снимать с колёс большой слой металла. Потеря металла обода значительно сокращает срок службы колёс. Кроме того, в связи со снятием твердого наклепанного слоя при обточке, происходит излишний износ оборудования и инструмента, значительная затрата времени и рабочей силы.

В настоящей работе представлены результаты исследований по возможности продления срока эксплуатации колес грузовых вагонов, способом многоэлектродной наплавки.

Колеса грузовых вагонов изготавливают из высокоуглеродистой легированной стали марки 2 (колесная сталь), структура которой представляет ферритно-перлитную смесь (рис.1). Твердость на глубине 30 мм от поверхности катания составляет НВ 255 [2]. Колесная сталь относится к плохосвариваемым материалам, и любая разработка технологии наплавки, требует выработки мер по предотвращению образования трещин и хрупких структур в околошовной зоне. На возможность появления трещин и закалочных структур существенное влияние оказывают условия протекания термомеханического цикла наплавки. В связи с этим возникает необходимость изучения тепловых процессов протекающих при многоэлектродной наплавке для обеспечения надежности колес в эксплуатации.

### Экспериментальные результаты.

На основании вышеприведенного материала в научно-исследовательской лаборатории «Материаловедение и сварка» Таш ИИТ проведены эксперименты по выбору оптимального теплового режима процесса наплавки, обеспечивающего получение необходимых свойств и структур в околошовной зоне при минимальной деформации колеса.

Поверхность катания шириной 90 мм необходимо наплавлять двумя валиками, во избежание появления в материале колеса внутренних напряжений, близких к пределу прочности колесной стали. Анализ проведенных исследований показал, что объемы, находящиеся на разном удалении от места наплавки, нагреваются до разных температур и скорости их нагрева и охлаждения разные. Поэтому выбор места наплавки первого валика определяет начальные условия тепловложения, а с ними и распределение температур в теле



Рис. 2. Макроструктура наплавленного металла первого валика на поверхности катания колеса возле гребня.

## MECHANICS

колеса. Экспериментальные наплавки поверхности катания колеса выполняли пятью одновременно подаваемыми электродными проволоками диаметром 3 мм с различными вариантами выбора места наплавки первого валика. Опытами установлено, что для создания благоприятных условий протекания термометформационного цикла наплавки, первый валик необходимо наплавлять по поверхности возле гребня со скоростью 10 – 12 м/ч при токе 1000 А и напряжении 28 В. (рис. 2). Поверхность наплавки располагается примерно на равном расстоянии от краев колеса. Поэтому теплоотвод из места наплавки наиболее равномерно поступает в материал колеса, уменьшая его деформацию.

График, представленный на рис. 3 показывает, что движение тепловых потоков от центра наплавки к торцам колеса приводит к медленному приросту температуры в этих объемах. Теплота, накапливаемая в гребне в течение 2,5 мин с момента начала наплавки, повышает

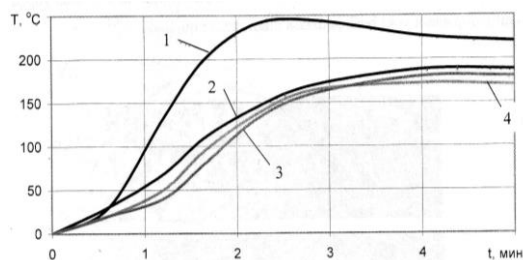


Рис.3. Термические циклы в экспериментальных точках сечения колеса.

температуру в нем до максимального значения 242<sup>0</sup>С (рис. 3, кривая 1). По истечению еще одной минуты, после гребня, максимальная температура 185<sup>0</sup>С устанавливается в массе колеса со стороны фаски (рис. 3, кривые 2 и 3). Приблизительно за это же время, успевает прогреться противоположный торец колеса со стороны гребня до 179<sup>0</sup>С (рис. 3, кривая 4).

На основании результатов исследований для изучаемого сечения колеса получено температурное поле, изменяющееся по мере удаления сечения от зоны горения дуги. Центр сечения обода приняли за начало полярных координат, по отношению которых строили температурное поле. По рис. 4 видно, что температурное поле постепенно сужается, вытягиваясь по ширине колеса, и в результате равномерно распределяется по всему его сечению. Вследствие этого, можно считать, что появляющиеся напряжения в процессе нагрева не будут оказывать чрезмерного влияния на деформацию колеса.

На макроструктуре рис.2 видно, что края валика проплавлены на большую глубину.

Такое явление можно объяснить с точки зрения электрического поля, возникающего вокруг

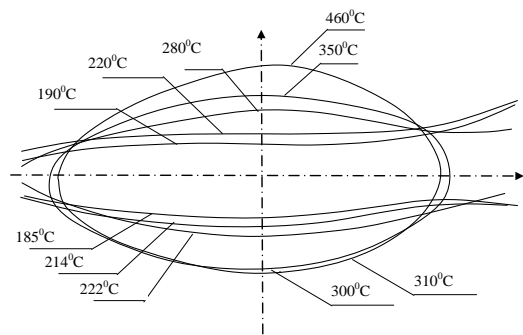


Рис.4. Динамика изменения температурного поля в сечении обода колеса.

системы электродов [3]. У крайних электродов повышается напряженность электрического поля, в результате они обгорают на большую длину, и плавится больше шлака. Импульсы тока получают мощными, но редкими, что и способствуют увеличению глубины проплавления. В этом случае, улучшить характер проплавления можно подбором скорости подачи крайних электродов или изменением их диаметром. В наплавленном металле поры, раковины и шлаковые включения отсутствуют. Сплавление наплавки с основным металлом надежное

без видимых пороков.

Таким образом, наплавка первого валика у гребня на оптимальном тепловом режиме позволяет разогреть колесо до нужных температур и вести наплавку второго валика, не опасаясь получить в околосшовной зоне хрупкую структуру. На выше указанном режиме наплавки создаются необходимые условия для получения мелкой структуры, чем и достигается благоприятное сочетание свойств прочности и вязкости, а температура распада аустенита смешается в область более высоких температур, усиливая перлитное превращение. Характерной структурой околосшовной зоны является смесь феррита с перлитом (рис.5 (1)) со средней твердостью НВ 208.

В зоне термического влияния (ЗТВ) перлит занимает большую часть объема металла (свыше 60%), а феррит расчленен на отдельные небольшие островки (рис. 5 (2)). Причем перлитные и ферритные зерна в зоне, примыкающей к границе сплавления, приобретают

## MECHANICS

размеры соответствующие баллу №2 по шкале 1 ГОСТ 5639-82, при бальности зерна в той же ЗТВ, но приближенной к основному металлу - №7. Такое изменение величины зерна связано с процессами, происходящими при нагреве деформированного (наклепанного) металла. По графикам термических циклов приведенных в работе [2] видно, что температура нагрева наклепанного слоя на глубине 5 мм достигает 625-650<sup>0</sup>С, что соответствует температуре рекристаллизации. Характерное для процесса рекристаллизации укрупнение зерен и наблюдается в зоне термического влияния. Величина твердости в этой зоне составляет НВ 278, что говорит о восстановлении механических свойств основного металла. Сравнительный анализ показывает, что структурных изменений в материале колеса не происходит. Микроструктура основного металла примыкающего к ЗТВ (рис. 6), соответствует структуре колесной стали по ГОСТ 10791-11, а средняя твердость составляет НВ 260.



Рис.5. Структура наплавленного металла (1) и зоны термического влияния (2) (светлые зерна - феррит, темные - перлит), х100.

при наплавке должно лежать в пределах 25÷30 кДж на 1 погонный метр наплаваемого слоя. При большем тепловложении внутренние напряжения в материале обода колеса приближаются к критическим и могут вызвать разрушение колеса.

В качестве материала для наплавки наиболее приемлемым (доступным и недорогим) стала проволока марки Св10НМА, используемая для сварки высокопрочных сталей. Применение данной проволоки, близкой по содержанию марганца и кремния к химическому составу колесной стали, позволило получить наплавленный металл с повышенной прочностью и вязкостью.

Предлагаемая технология наплавки позволяет на максимальной глубине отжечь наклепанный слой и восстановить механические свойства металла колеса. При этом отпадает необходимость выполнения обточкой для устранения дефектного слоя на поверхности катания, что значительно сохраняет толщину обода колеса и сокращает затраты связанные с обточкой.

Применение многоэлектродной наплавки на ремонтных предприятиях для продления ресурса работы вагонных колес существенно сократит эксплуатационные расходы АО «Узбекистон темир йуллари» за счет уменьшения потребности в новых колесах.

## References:

- [1] Ivanov S.G., Zaxarov S.M. Konstruktsiya, ximicheskiy sostav i mexanicheskiy svoystva koles gruzovqх vagonov. – V sb. tr. VNIIT. M.: Intekst. 2004. S. 136-138.
- [2] Nabiev E.S. Issledovanie teplovqх protsessov pri avtomaticheskoy mnogoelektrodnoy naplavke vagonnqх koles. //Izvestiya vuzov. Tashkent. 2002. №4. S. 86-88.
- [3] Melikov V.V. Mnogoelektrodnaya naplavka. - M.: Mashinostroenie, 1988. 140 s.



Рис. 6. Микроструктура основного металла на границе с ЗТВ. (светлые зерна – феррит, темные – перлит), х100.