

180) МПа действующие в месте сварного шва, на некотором удалении от него становятся растягивающими +110(+100-+120) МПа. Аналогичные изменения происходит в шейке и подошве сварных рельсов.

В противоположность продольным, поперечные напряжения имеют значительную величину +160(+100-+180) МПа лишь в области зоны термического влияния (35-40 мм от шва), а при большем удалении от шва не превышают +40(+30-+50) МПа.

Выводы:

Рассмотрены основные методы измерения остаточных напряжений в сварных рельсах. Представлены сравнительные характеристики различных методов для возможного определения оптимального.

ЛИТЕРАТУРА

1. Meier H. Eigenspannungen in Eisenbannschienen // organ fur fortschritte des Eisenbannwesens. – 1936.– N15 S. 320 – 329.
2. Биргер И. А. Остаточные напряжения. – М.: Машгиз, 1963. – 232 с.
3. JasoJimav., Mashiik. Residual stress in the rail // Permanent way. – P26 –28. – V8 – N1. – 1965.
4. Гликман Л.А. Методы определения остаточных напряжений // Чистовая обработка и состояние обработанной поверхности: Сб. науч.тр./ ЛИЭИ. – 1960. – Вып.30. – С. 58 – 98.
5. Цобкало С.С., Васильев Д.М. Измерение остаточных напряжений путем вырезания столбика // Заводская лаборатория. – 1949. – Т.15. – № 2. – С.199 – 202.
6. Ахметзянов М.Х., Кушнеров В.А. Определение остаточных напряжений в железнодорожных рельсах. // Строительная механика: Сб. науч. тр./ НИИЖТ. – Новосибирск: 1967. – Вып.62. – С. 24–38.
7. Конюхов А.Д. Изменение остаточного напряженного состояния головок рельсов при эксплуатации // Рельсы повышенной эксплуатационной стойкости: Сб. науч. тр./ ВНИИЖТ. – М.: Транспорт, 1966. – Вып.314. – С. 195 – 201.
8. Конюхов А.Д. Об оценке уровня остаточных напряжений в закаленных рельсах // Вестник ВНИИЖТ. – 1969. – № 6. – С. 41 – 43.

УДК 625.143:45

Баубеков Ермак Ельтаевич – к.т.н., доцент (Алматы, КазАТК)

Турдалиев Ауезхан Турдалиевич – д.т.н., и.о. профессора (Алматы, Каз НТУ)

Шоканов Сабит Шугаевич – инженер (Актобе, Западное отделение АО «НК «КТЖ»)

ПОВЫШЕНИЕ ТВЕРДОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ В СИСТЕМЕ «КОЛЕСО-РЕЛЬС»

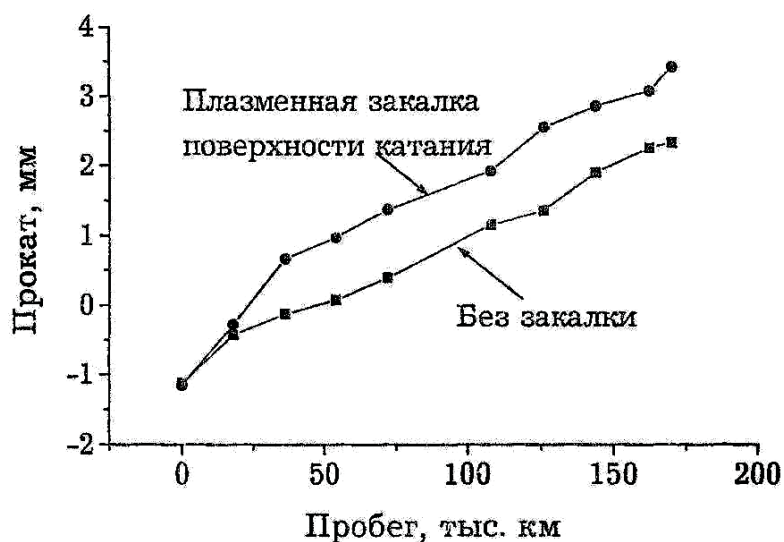
При выборе твердости элементов рабочей поверхности колеса необходимо учитывать не только износ, но и контактно-усталостную стойкость. Проблема контактно-усталостных повреждений за последний год обострилась. Напомним, что для устранения изъята колес по выщербинам второго типа необходимо увеличивать твердость поверхности катания свыше 400 НВ. Вероятно, что это также будет способствовать повышению сопротивления повреждаемости колес выщербинами первого типа. Со стороны технологии производства никаких непреодолимых препятствий при этом не возникает, однако появляются проблемы с обточкой колес и бандажей, которые в настоящее время решаются. Вопрос обточки колес с повышенной твердостью выходит за

рамки работы. Увеличение твердости поверхности катания колес свыше 450 НВ нецелесообразно из-за их нагрева и отпуска в результате взаимодействия с тормозными колодками при торможении подвижного состава.

Интересно, что закалка поверхности катания колес на мартенсит приводит не к снижению, а к увеличению скорости проката колес. Так например, в 1958 году была сделана попытка упрочнить поверхности катания ведущих колес паровозов закалкой ТВЧ на твердость 800 НВ [1]. Были получены отрицательные результаты. Это и неудивительно: поверхности катания ведущих колес паровозов постоянно подвергаются пробуксовке и отпуску, а структуры отпуска имеют пониженную износостойкость.

В 1995 году аналогичные результаты были получены на вагонных колесах. Испытывались колеса вагонов пассажирского поезда Москва-Владивосток с контактными поверхностями, закаленными на твердость свыше 600 НВ плазменной закалкой. Закаленный слой толщиной 1,5 мм занимал гребень и половину поверхности катания. Результаты измерения проката колес с закаленными поверхностями катания и сравнительных показаны на рисунке 1. Скорость проката колес с закаленной поверхностью катания была выше при прокате, не превышающем толщины закаленного слоя, 1,5 мм. После износа этого слоя поверхности катания закаленных колес и сравнительных изнашивались с одинаковой скоростью. Причиной повышенной скорости проката колес пассажирских вагонов с поверхностным закаленным слоем, по-видимому, был отпуск закаленного слоя в результате нагрева при трении о тормозные колодки.

Сейчас, как это не парадоксально звучит, необходимо решать проблему не уменьшения, а увеличения скорости изнашивания колес по кругу катания для снижения бокового износа. Как было показано ранее, в силу чисто геометрических причин, увеличение скорости проката способствует снижению скорости износа гребней.



1- плазменная закалка поверхности катания; 2 - без закалки поверхности катания.

Рисунок 1 - Зависимость средней величины проката колес пассажирского поезда «Россия» от пробега

Возможно закалка поверхности катания на мартенсит с последующим отпуском на 400...450 НВ, которая в настоящее время считается недопустимой, может оказаться оптимальной. Такая закалка несколько увеличит скорость проката и в то же время повысит стойкость колес к контактно-усталостным повреждениям.

Результаты лабораторных исследований дают основание предполагать, что дифференцированное распределение твердости по рабочей поверхности колеса с

твёрдостью поверхности катания до 400 HV и с твёрдостью гребней свыше 650...750 HV может стать эффективным способом борьбы с боковым износом, причем не только гребней колес, но и рельсов [2].

Анализ топографических особенностей изношенных поверхностей колес и рельсов показывает, что проблема бокового износа гребней колес и боковых поверхностей рельсов связана с развитием двух видов изнашивания - пластического изнашивания и задира.

Существуют критические твердости элементов пары трения, при которых эти виды изнашивания не возникают. Границу пластического изнашивания определяет - циклический предел текучести при контактном нагружении, возрастающий пропорционально твердости стали [3].

Граница реализации заедания по типу задира (критическая твердость задира), определяемая в экспериментах при чистом скольжении, находится в пределах 600...750 HV или соответственно 55...60 HRC. При увеличении твердости свыше критической задир прекращается и давления заедания резко повышаются. Во всем диапазоне твердостей, в котором реализуется механизм задира, критические давления заедания на чистых сухих поверхностях ниже эксплуатационных, поэтому несмотря на то, что с повышением твердости колес и рельсов тяжесть их повреждения в кривых малого радиуса будет уменьшаться, полностью ликвидировать опасность задира можно, только увеличив твердость, по крайней мере, одного из элементов пары свыше пороговой 600...750 HV.

В эксплуатации на многих дорогах идет процесс постоянного изменения профиля колес и рельсов, скорости движения, погодных условий и др., из-за чего систематического повышения твердости гребней не наблюдается и скорость их изнашивания постоянно остаётся высокой [4]. Поэтому в эксплуатационных условиях необходимо искусственно создавать на рабочей поверхности гребней слой с твердостью, достаточной для предотвращения задира, с шириной и толщиной, достаточной для предотвращения его пластического течения.

Колеса подвижного состава, предназначенного для движения со скоростями до и свыше 120 км/ч, имеют разные допуски на износ гребней. Практически это выражается в том, что предельная толщина гребней колес пассажирского состава равна 28 мм, а грузового 23...25 мм и соответственно допустимый износ пассажирского колеса составляет 2...5 мм, а грузового 5...10 мм. Это обстоятельство диктует требование к толщине закаленного слоя: толщина закаленного слоя не должна превышать 2 мм для гребней пассажирских и 5 мм для гребней грузовых колес.

На рисунке 2 представлена конфигурация закаленного слоя, которая способна предотвратить пластическое течение металла в основании гребня и при которой закаленный слой сохранится на протяжении всего срока службы колеса грузового вагона до следующей обточке.

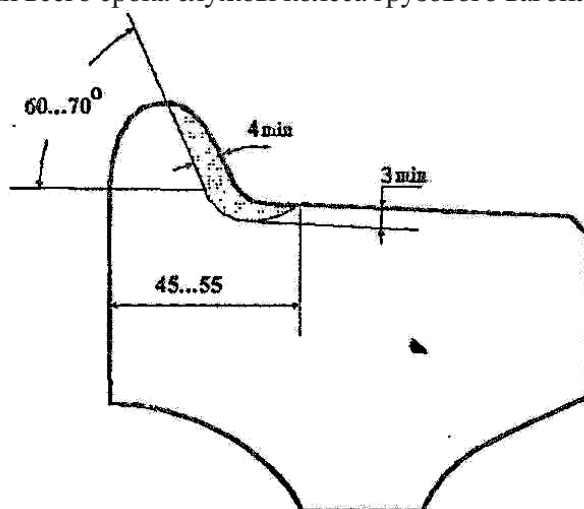


Рисунок 2 - Конфигурация закаленного слоя, необходимая для предотвращения пластического износа и задира

Граница слоя должна располагаться под небольшим углом к наклонной поверхности гребня (под углом 60...70° к поверхности катания). Минимальная толщина слоя - 4 мм. Максимальную толщину слоя не имеет смысла указывать, поскольку глубина прокаливаемости колесно-бандажных сталей в настоящее время не превышает 6 мм. Нижняя зона закаленного слоя заходит под уровень поверхности катания на глубину не менее 3 мм, что необходимо для предотвращения вытеснения слоя с выкружки при отклонениях в режиме закалки, которые происходят вследствие изменения свойств индуктора и прокаливаемости стали. Для предотвращения течения металла на поверхность катания, слой должен заходить на поверхность катания не менее чем на 45 мм, но не более чем на 55 мм от внутренней грани колеса.

Выводы:

При выборе твердости элементов рабочих поверхностей в паре трения «колесо-рельс» необходимо учитывать не только износ, но и контактно-усталостную стойкость. Доказано, что основными видами изнашивания рабочих поверхностей являются - пластическое изнашивание и задир.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ларин Т.В. Износ и пути продления службы бандажей железнодорожных колес. М., Трансжелдориздат. 1958, 168 с.
2. Марков Д.П. Закалка гребней колес подвижного состава на высокую твердость для снижения бокового износа. Вестник ВНИИЖТ, №1, 1997, с. 36-42.
3. Bower A. F., Johnson K. L. Plastic flow and shakedown of rail surface in repeated wheel-rail contact. Wear №144, 1991, p. 1-8.
4. Карпущевко Н. И. и др. Управление техническим состоянием пути. МПС РФ, Новосибирск, 1995, 205 с.

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО ДОРОГ,
МЕТРОПОЛИТЕНОВ, АЭРОДРОМОВ, МОСТОВ И
ТРАНСПОРТНЫХ ТОННЕЛЕЙ**

УДК 624.042.7

Беспяев Алий Аббасович – д.т.н, профессор (Алматы, КазНИИССА)
Джарылкасынов Серик Шамилович – аспирант (Алматы, КазГАСА)

**ПРОЧНОСТЬ СТЕНОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ СВЕРХПРОЧНЫХ
БЕТОНОВ ПРИ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ НАГРУЗКАХ**

В КазНИИИССА выполнены экспериментальные исследования работы стеновых конструкций из сверхпрочных бетонов при действии горизонтальных нагрузок. Испытания образцов проводились в силовом стенде, обеспечивающем возможность одновременного приложения распределенной по длине стены вертикальной нагрузки и сосредоточенной в уровне перекрытия горизонтальной силы.

Опытный образец крепился к станине силового стенда, представляющего собой жесткую замкнутую металлическую раму с упорами, и нагружался вертикальной нагрузкой и горизонтальной силой, приложенной к в верхней части образца. Вертикальная