

ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ

УДК. 625. 254

**Солоненко Владимир Гельевич – д.т.н., профессор (Алматы, КазАТК)
Кибитова Рита Курымбаевна – преподаватель (Алматы, КазАТК)**

ВЛИЯНИЕ ПЕРЕГРУЗОК НА ОСТАТОЧНОЕ НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ДИСКА

На колеса в эксплуатации действуют различные динамические нагрузки, в том числе значительно превосходящие уровень статических [1]. Уровень перегрузок может достигать 8-кратной величины. В связи с этим, представляется интерес оценить влияние перегрузок на напряженное состояние диска.

В том случае, когда уровень действующих нагрузок невелик, и напряжения в диске находятся в пределах упругости и не превышают предела текучести материала, нет основания ожидать изменения уровня и знака остаточных напряжений в диске. В том же случае, когда в поверхностной зоне диска имеет место текучесть, их уровень и знак будут существенно меняться.

В эксплуатационных условиях и в процессе испытания колес на усталость трещины в дисках колес возникают на внутренней стороне колеса. В результате анализа эпюр напряжений в дисках колес, вызванных вертикальными и боковыми нагрузками, установлено, что в зоне возникновения усталостных трещин при всех видах эксплуатационных нагрузок возникают снижающие напряжения.

Надежность и долговечность колес в значительной степени зависит от величины и характера распределения остаточных напряжений в его элементах. Остаточные напряжения могут как снижать, так и повышать надежность работы, что особенно существенно для переходных зон диска, в частности, для приободной его части, где в эксплуатации возникают усталостные трещины, приводящие к разрушению.

Основным фактором, определяющим величину и характер остаточных напряжений в сложном по конфигурации железнодорожном колесе в процессе его термической обработки является градиент температур. Последний возникает при неравномерном остывании элементов колеса и обуславливает температурные напряжения, превышающие предел текучести и создающие, в конечном итоге, поле остаточных напряжений [2, 3]. Так, после отжига зафиксированы в критических сечениях диска нормализованного колеса (максимальные напряжения сжатия до 270 Н/мм^2 с наружной стороны и растяжения до 250 Н/мм^2 с внутренней стороны в зоне диска у ступицы); термическое упрочнение обода колеса в закалочной машине формирует систему напряжений по характеру обратную по сравнению с нормализацией (максимальное значение напряжений растяжения с наружной стороны колеса в приступичной части диска 150 Н/мм^2 и в приободной части с внутренней стороны 180 Н/мм^2).

Рассмотрим изменения, которые может внести перегрузка выше нагрузки текучести на остаточное напряженное состояние диска.

Эксперименты показали, что при высоких перегрузках уровень сил достаточен, чтобы прогнуть обод, неравномерно продеформировать диск в его приободной верхней части (сжатие с изгибом) и вызвать в поверхностной зоне внутренней стороны диска текучесть материала. После прекращения действия высотой нагрузки обод под влиянием сил упругости стремится приобрести свою первоначальную форму. При этом в сечении, где

материал диска подвергался пластической деформации, можно предположить, что возникнут остаточные растягивающие напряжения.

Взаимодействуя с напряжениями от приложенной нагрузки, остаточные напряжения, наведенные в диске, приведут к видоизменению циклических напряжений в диске и формированию цикла с растягивающими и сжимающими полциклами. Этот видоизмененный цикл может быть симметричным или с каким-то коэффициентом асимметрии. Значение возможного видоизменения цикла напряжений заключается в том, что под действием указанного преобразованного цикла рост трещин в диске колеса будет происходить во время действия полциклов растяжения.

Чтобы установить влияние перегрузок на остаточные напряжения в диске колеса, устанавливалась связь между нагрузкой текучести и величиной, и знаком остаточных напряжений в диске.

Для оценки величин и знака остаточных напряжений в диске производилась замена продеформированного тензорезистора, по которому устанавливалось начало текучести диска колеса, на новый, который наклеивался точно на то же место, где был первый тензорезистор. После снятия показаний в исходном состоянии новый тензорезистор освобождали в осевом направлении от окружающего металла путем засверловки в диске у его концов отверстий диаметром 11 мм и глубиной 7-8 мм. Во всех случаях после приложения нагрузки текучести в колесе зафиксировано возникновение в поверхностной зоне диска дополнительных остаточных напряжений. Под дополнительными имеются в виду напряжения, которые превысили уровень напряжений, который зафиксирован в диске колеса в исходном состоянии до его деформирования.

Уровень остаточных напряжений возрастает с увеличением толщины обода и диска (рисунок 1). Выявление указанных геометрических параметров колес объясняется тем, что с их увеличением возрастает нагрузка текучести колеса как конструкции. Чем толще обод колеса, тем более высокие усилия требуются для того, чтобы его прогнуть и передать через него усилие для деформации диска. Поэтому, возрастает нагрузка текучести колеса. Вместе с тем, увеличиваются и остаточные напряжения в диске, так как при выпрямлении более толстого обода он с большей силой растягивает диск, который при сжатии получил остаточные деформации (рисунок 2).

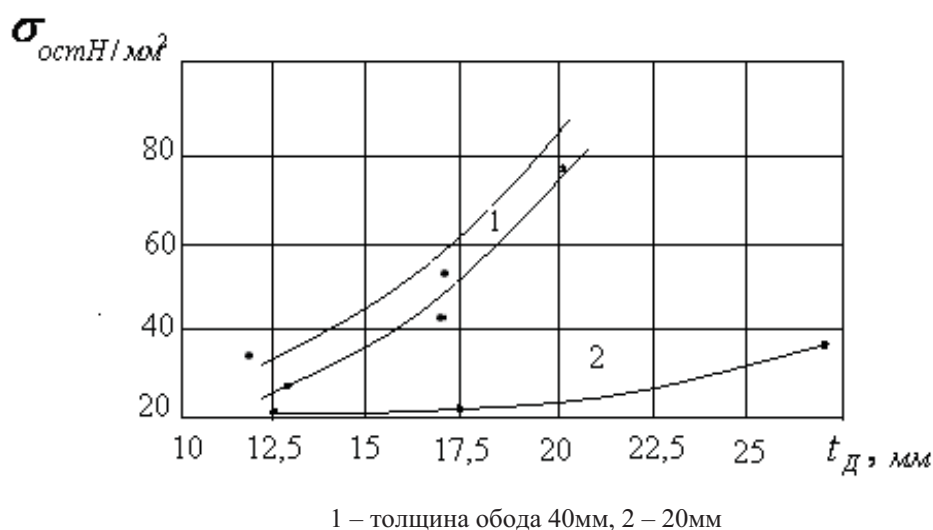


Рисунок 1. Зависимость остаточных напряжений ($\sigma_{ост}$), возникающих при приложении нагрузки текучести ($P_{ток}$), от толщины обода и толщины диска

Таким образом, в случае приложения к колесу нагрузок, равных нагрузке текучести колеса как конструкции, в приободной части диска на его внутренней стороне возникают остаточные растягивающие напряжения, уровень которых доходит до 100 Н/мм^2 , что может привести к снижению циклической трещиностойкости диска колеса.

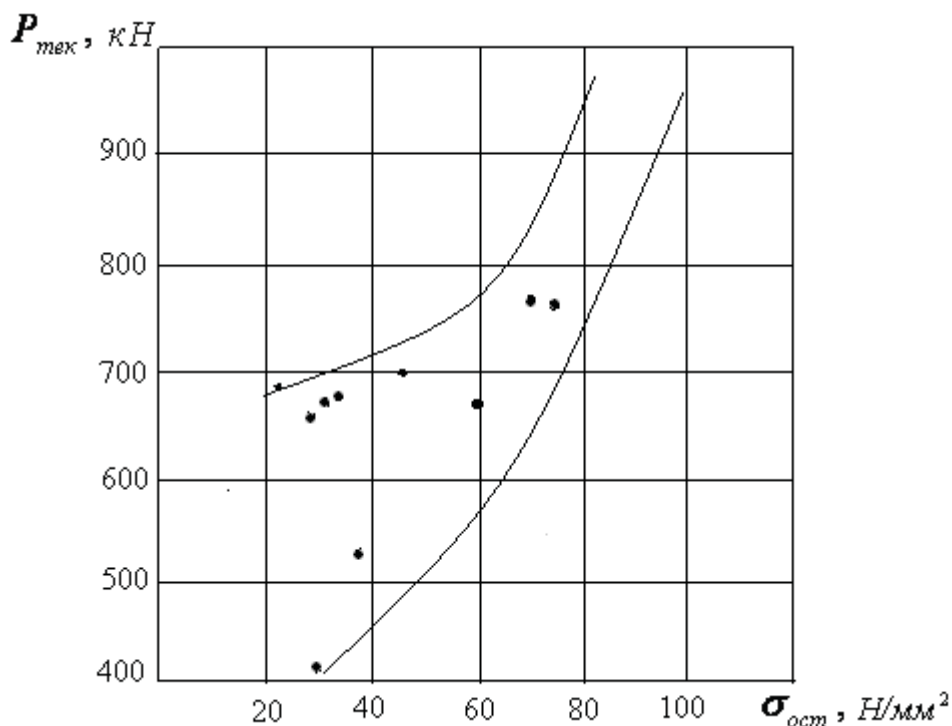


Рисунок 2. Зависимость между нагрузкой текучести колеса как конструкции ($P_{ток}$) и возникающими при ее приложении остаточными напряжениями ($\sigma_{ост}$) в опасной зоне диска колеса

Выводы

Перегрузки, действующие на колесо, могут при достаточно высоком их уровне вызвать текучесть металла поверхностной зоны диска и появление остаточных растягивающих напряжений. Перегрузки приводят к более раннему появлению усталостных трещин и снижению циклической долговечности колес. В эксплуатации предельные значения перегрузок не должны превышать нагрузку текучести колеса как конструкции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кудрявцев Н.Н., Литовченко Е.П., Бомбардиров А.П. Динамические напряжения в дисках колес пассажирских вагонов. Вестник ВНИИЖТ, №5, с. 30-34, 1981.
2. Наумов И.В. Работоспособность вагонных колес при повышенных осевых нагрузках. «Железнодорожный транспорт», 1971, №2, с. 63-65.
3. Металловедение и термическая обработка стали. Справочник. Под ред. Барнштейна М.Л. и Рахштадта А.Г. М: Металлургия, 351 с.