

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ В ОЧАГЕ ДЕФОРМАЦИИ ПРИ ПРОДОЛЬНОЙ ПРОКАТКЕ БЫВШИХ В УПОТРЕБЛЕНИИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ РЕЛЬСОВ

Белявин К.Е.¹, Щукин В.Я.¹, Кожевникова Г.В.²

1) Белорусский национальный технический университет

2) Физико-технический институт НАН Беларуси

Минск, Республика Беларусь

Разработана технология получения шаров для помола шаровых мельниц путем рециклинга бывших в употреблении железнодорожных рельсов. Мелющие шары, изготовленные методами прокатки из легированной рельсовой стали, будут обладать повышенным комплексом структурных и физико-механических свойств, предназначенных для работы в сложно-нагруженных условиях при повышенном абразивном износе. Актуальным является повышение поверхностной твердости при увеличении глубины залегания упрочненного слоя.

Производство шаров новым методом (комбинированной технологией продольной и поперечной прокатки) уменьшает их себестоимость. Экономический эффект определяется:

1) получением импортозамещающего продукта – шаров для помола шаровых мельниц. В связи с развитием и реконструкцией цементной промышленности РБ потребность в шарах, закупаемых за рубежом, постоянно возрастает. Причем мелющие шары, изготовленные по новой технологии из легированной рельсовой стали методами прокатки, будут иметь более высокую твердость и износостойкость;

2) возможностью увеличения экспорта цемента за рубеж за счет увеличения объемов его производства;

3) рециклингом отходов из бывших в употреблении железнодорожных рельсов. В настоящее время используется метод переплава бывших в употреблении железнодорожных рельсов и это более дорогая технология, чем комбинированная технология прокатки.

Рассматривается плоско-деформированное состояние при продольной прокатке головы рельса [1, 2]. Материал рельса принимается идеально-пластическим. Используется графический метод построения полей линий скольжения. Контактные напряжения (нормальное и касательное) принимается постоянным вдоль контакта. Нормальное напряжение на контакте определяется методом верхнеграницной оценки. Коэффициент трения по Прандтлю μ_t определяется из условия равенства сил, способствующих и препятствующих прокатке.

Рассмотрен процесс прокатки головы рельса высотой 70 мм в валках диаметром 200 мм в двух режимах прокатки со степенями обжатия $\delta = 1,30$ и $\delta = 1,50$. Графически построены поля линий скольжения. Рассчитаны

компоненты напряженного состояния в очаге деформации при продольной прокатке головы рельса. Результаты расчета приведены в таблице.

Таблица – Значения параметров поля линий скольжения при продольной прокатке в зависимости от степени обжатия

δ	1,30	1,50
$\varphi, ^\circ$	25,1	19,4
$\varphi_0, ^\circ$	11,6	14,2
$\Delta\varphi, ^\circ$	6,0	6,0
P_{μ}/K	3,13	3,07
μ_{τ}	0,64	0,78
σ/K конт	-2,36	-2,44
$\varphi, ^\circ$ α -ЛС ось	37,1	19,4
σ/K ось	-1,12	-1,60
σ_x/K ось	-0,16	-0,97
σ_z/K ось	-2,08	-2,23
τ_{xz}/K ось	0,27	0,78

Выводы

1. Методом графического построения полей линий скольжения решена задача определения напряжений в очаге деформаций при продольной прокатке головы рельса.

2. Среднее напряжение и нормальные напряжения в очаге деформации являются сжимающими, что предотвращает образование трещин в голове рельса при прокатке.

3. Нормальные напряжения в очаге деформации при прокатке головы рельса тем выше, чем больше степень обжатия, и по этой причине для повышения качества металла целесообразно реализовать техпроцесс при максимально возможной степени обжатия и за один проход, что будет способствовать заварке микротрещин рельсов, бывших в употреблении, и увеличению производительности.

4. Максимальное касательное напряжение τ_{xz} реализуется на границе очага деформации в области выхода металла из очага деформации, что, вероятно, свидетельствует о наибольшем разрыве скорости по границе поля линий скольжения.

1. Кожевникова, Г.В. Самоустановление сил трения при поперечной прокатке / Г.В. Кожевникова // Трение и износ. – 2016. – Том 37, № 4. – С. 421–426.

2. Kozhevnikova, G. Cross-wedge rolling / G. Kozhevnikova. – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2017. – 132 с.