

**CZESTOCHOWA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
FACULTY OF PRODUCTION ENGINEERING AND MATERIALS
TECHNOLOGY**

Polish Association of Metallurgical Engineers and Technicians
Branch at Czestochowa University of Technology
Magnitogorsk State Technical University named after G.I. Nosov
Zaporozhye National Technical University
The Ural Federal University named after the first president of Russia B.N. Yeltsin
The National Metallurgical Academy of Ukraine, Dnepropetrovsk
Technical University of Ostrava
Technical University of Košice
Tula State University



XVI INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE

**New technologies and achievements in metallurgy,
material engineering and production engineering**

A collective monograph
edited by
Henryk Radomiak, Jarosław Boryca

Series:
Monografie
Nr 48

Częstochowa 2015

CHIEF EDITOR

dr hab. inż. Henryk Radomiak prof. Pcz., dr inż. Jarosław Boryca

SCIENTIFIC COMMITTEE

The Chairman of International Scientific Committee

Dean of Faculty of Production Engineering and Materials Technology

Prof. dr hab. inż. Zbigniew Stradomski

PROFESSORS:

Ashikhmin G.V., Bala H., Belikov S., Blacha L., Bogatov A.A., Bold T., Budzik R., Chastnikov A.Ya., Chukin M.V., Chygyrinsky V.V., Danchenko V.N., Dobrovska J., Dobrzański L., Dovzhenko N.N., Dubov E.A., Dyja H., Dziłiński K., Fitzner K., Frączek T., Garbarz B., Gun G.S., Guzik E., Hetmańczyk M., Hornak P., Ionov S.M., Ivschenko L., Kamkina L.V., Kashan A., Kawalek A., Klieber J., Knapieński M., Kocańda A., Kodzhaspirov G.E., Koksharov V.A., Kolokoltsev V.M., Konopka Z., Korablev V.V., Krivtsova O.N., Kula P., Kulik T., Łabaj J., Major B., Majta J., Malinowski Z., Maltsev V.A., Mashekov S.A., Mazur I.P., Michailov V., Naizabekov A.B., Nitkiewicz Z., Paduch J., Pogodaev A.K., Polyakov P.V., Popovich A.A., Projdak J.S., Radomiak H., Richert M., Romankiewicz F., Romantsev B.A., Rudskoj A.I., Rusz S., Sherkunov A.L., Shestakov V.M., Sidelnikov S.B., Sieniawski J., Siwka J., Smirnov E.N., Stradomski Z., Śmieszek Z., Szwedler A., Telejko T., Teodorczyk A., Tolochko O.V., Vnukov I., Velichko A.G., Wiśniewska-Weinert H., Wysocki J., Yakovlev S.S., Zasadziński J., Zięba P., Zinoviev A.V., Zolotov A.M.

THE ORGANIZING COMMITTEE

dr hab. inż. Henryk Radomiak, prof. PCz. – *Chairman*

dr inż. Tomasz Wyleciał – *vice-chairman*

dr inż. Jarosław Boryca – *secretary*

Members:

Bernadeta Gajda, Marcin Knapieński, Anna Konstanciak, Barbara Kucharska, Małgorzata Łągiewka, Marcin Nabialek, Grażyna Pawłowska, Beata Pośpiech, Ewa Staniewska, Maciej Suliga, Jerzy Wysocki, Monika Zajemska, Andrzej Zyska

REVIEWERS

Banaszek G., Berski Sz., Boryca J., Budzik R., Derda W., Dyja H., Kawalek A., Knapieński M., Koczurkiewicz B., Kolan C., Konstanciak A., Kucharska B., Kulakovska G., Laber K., Mróz J., Mróz S., Pawłowska G., Radomiak H., Rydz D., Staniewska E., Suliga M., Urbaniak D., Wyleciał T., Zawada A., Zyska A.

TECHNICAL EDITORS

mgr inż. Konstanciak S., dr inż. Wyleciał T., dr inż. Boryca J., inż. Matej L.

COVER DESIGN: dr inż. Jarosław Boryca

ISBN 978-83-63989-27-9

ISSN 2391-632X

© Copyright by Wydawnictwo Wydziału Inżynierii Produkcji i Technologii Materiałów Politechniki Częstochowskiej

Printed in Perfekt Gaul i Wspólnicy Sp. J., ul. Świerzawska 1, 60-321 Poznań

Circulation 250 copies

ЗАВИСИМОСТЬ СВОЙСТВ СТАЛИ ОБОДА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ КОЛЕС ОТ ПАРАМЕТРОВ ГОРЯЧЕЙ ДЕФОРМАЦИИ

DEPENDENCE OF PROPERTIES STEEL OF RIM RAILWAY WHEELS ON PARAMETERS OF HOT DEFORMATION

*Вакуленко И. *, Болотова Д. **, Дыя Х. ***, Пройдак С. **

*Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта, кафедра «Технология материалов»; **Днепропетровский профессиональный железнодорожный лицей; ***Czestochowa University of Technology, Faculty of Production Engineering and Materials Technology, Institute of Metal Forming and Safety Engineering

Abstract

Decrease of temperature deformation at forming of rim railway wheel from 1250 to 1150°C or the use of the speed-up cooling after completion of hot deformation allow to attain the increase of complex properties of metal.

1. Состояние проблемы

В процессе термомеханического упрочнения совместное влияние от прироста плотности дефектов кристаллического строения аустенита при горячей деформации и фазового наклепа при мартенситном превращении обеспечивают достижение высокого комплекса свойств углеродистых сталей [1]. Снижение температуры деформации аустенита сопровождается замедлением процессов диффузионного массопереноса, что способствует увеличению эффекта горячего наклепа. Формирование определенной субструктуры в зернах аустенита приводит к частичному торможению процессов аннигиляции дефектов кристаллического строения. Управление процессами, которые направлены на сохранение структурных изменений в аустените при горячем пластическом деформировании, позволит изменять комплекс свойств металла в очень широком интервале значений после окончательного ускоренного охлаждения [2].

2. Материал и методика исследований

Материалом для исследования служила сталь 60 с содержанием углерода 0,56%, отобранная от обода железнодорожного колеса. Температура горячей деформации при обжати обода на прокатном стане составляла 1250°C – обработка (I). Подстуживанием металла обода снижали температуру промежуточных обжатий до 1150°C – обработка (II).

Ускоренное охлаждение поверхности катания (после завершения формирования обода) до температуры 1150°C – обработка (III). Комплекс свойств стали определяли при растяжении и ударном изгибе с использованием стандартных методик испытаний.

3. Результаты и их обсуждение

Использование подстуживания металла между промежуточными обжатиями боковых поверхностей обода до температуры 1150°C позволяет повысить деформацию в центральных объемах до величин, достаточных для развития процессов рекристаллизации. Вследствие этого, достигается более равномерная структура по толщине обода.

Анализ зависимости временного сопротивления разрушению (σ_s) свидетельствует, что как подстуживание металла в процессе обжатия (II), так и ускоренное охлаждение (III) по сравнению с (I) мало влияют на уровень σ_s (рис.1). Хотя позитивное влияние от обработок (II) и (III), можно полагать, начинает проявляться для объемов более удаленных от поверхности катания (рис.1).

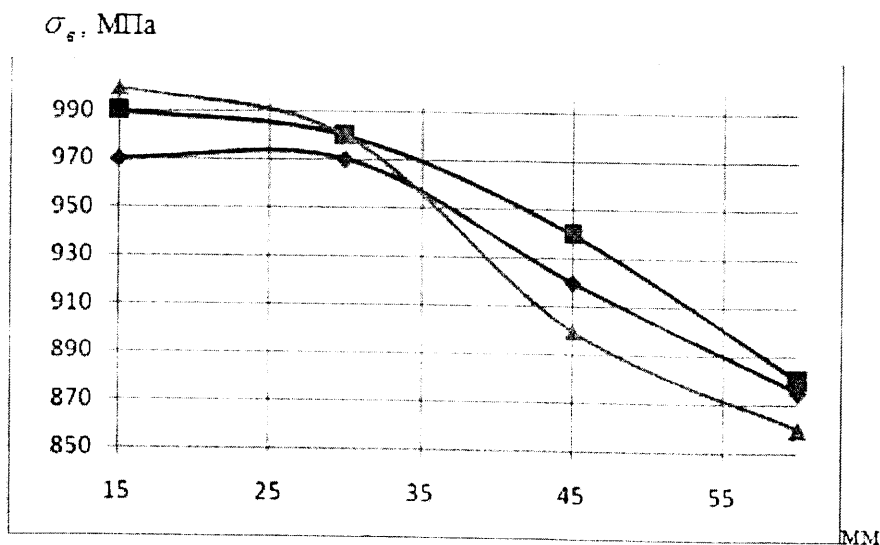


Рис. 1. Влияние расстояния от поверхности катания обода на σ_s стали в зависимости от технологий обработки ($\blacktriangle$ – (I); $\blacklozenge$ – (II); $\blacksquare$ – (III)).

Наблюдаемый результат в большей мере обусловлен достижением повышенных величин горячей пластической деформации аустенита при

удалении от поверхности катания после обработки (II) и диспергированием структуры от внутренних напряжений в результате (III).

По сравнению с σ_{σ} более значительный эффект получен для характеристик пластичности. Для обработок (II) и (III) по сравнению с (I) прирост относительного удлинения (δ_5) металла вблизи с поверхностью катания составил 50 и 33% соответственно. Увеличение расстояния от поверхности катания сопровождается уменьшением разницы между значениями δ_5 . По сравнению с монотонным приростом δ_5 с ростом расстояния от поверхности катания, характер изменения относительного сужения (ψ) качественно иной (рис. 2).

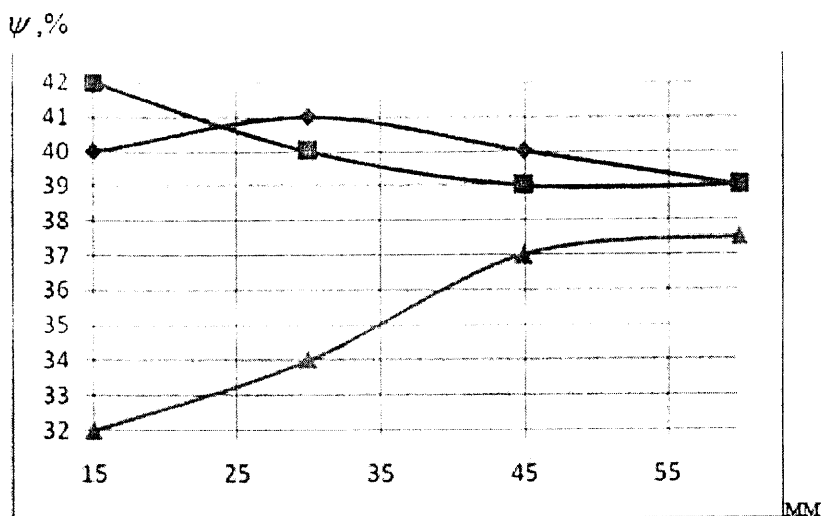


Рис. 2. Влияние расстояния от поверхности катания обода на ψ стали в зависимости от технологии обработки, обозначения те же, что на рис. 1

Действительно, если максимальные значения ψ после обработок (II) и (III) обода соответствуют объемам металла вблизи с поверхностью катания и меняются незначительно от расстояния, то в результате обработки (I) полученные значения ψ на 30% ниже. Для обработки (I) с ростом расстояния от поверхности катания наблюдается монотонный прирост ψ (рис. 2). На основании качественно разного характера изменения величины ψ металла обода, сформированного по различным технологиям горячего обжатия, прирост расстояния от поверхности катания сопровождается уменьшением различия между ними.

Полученные механические свойства металла обода колеса при статических испытаниях согласуются с данными по ударной вязкости

разрушения (KCU). Для всего температурного диапазона испытаний ($-60 \div 20^\circ\text{C}$) наблюдали достижение более высоких значений KCU после обработок (II) и (III) металла обода колеса по сравнению с (I). Действительно, начиная от температуры испытания -60°C , для которой превышение составило $1,5 \div 2$ раза, дальнейший приrost температуры сопровождался опережающим увеличением KCU для обработок (II) и (III). На основании этого, при температуре $+20^\circ\text{C}$ превышение значений уже достигло уровня примерно в $2 \div 2,5$ раза. Полученные результаты согласуются с известными экспериментальными данными [3].

Таким образом, снижая температуру единичных обжатов от 1250 до 1150°C при формировании обода либо подвергая его после завершения горячей деформации ускоренному охлаждению, достигается приrost комплекса свойств металла.

Литература

1. Бернштейн М.Л.: Термомеханическая обработка металлов и сплавов, Изд. «Металлургия», Москва 1968.
2. Дзугутов М.Я.: Пластическая деформация высоколегированных сталей и сплавов, Изд. «Металлургия», Москва 1977.
3. Данченко Н.И., Перков О.Н., Гладкова Т.А.: Зависимость усталостной прочности и ударной вязкости колесной стали от ее структурного состояния, Изд. «Металлургия», Москва 1984, с. 43-45.