

ДОСЛІДЖЕННЯ ГАРЯЧОЇ ПЛАСТИЧНОЇ ДЕФОРМАЦІЇ ЛАБОРАТОРНИХ ОСЬОВИХ ПЛАВОК

Бабаченко О.І., Кононенко Г.А., Дьоміна К. Г.,
Подольський Р.В., Сафронова О.А.

Институт черной металлургии им. З.И. Некрасова НАН Украины, Днепр

За рахунок підвищення вантажності вагонів підвищується фактичне навантаження на вісь, а збільшення швидкості веде до зростання динамічного впливу колії та рухомого складу, а також числа зміни циклів напружень в одиницю часу, що викликає підвищення напружень в деталях вагонів і локомотивів, а також рейкового шляху. Все це визначає необхідність збільшення міцності та службової надійності вузлів і деталей рухомого складу [1, 2].

У зв'язку з швидким скороченням строків освоєння виробів у виробництві велике значення має використання електронної та розрахункової техніки. Тому провідні фірми застосовують гнучкі виробничі системи, які базуються на автоматизації всього життєвого циклу виробів [3]. Моделювання дозволяє суттєво скоротити витрати часу та матеріальних ресурсів при освоєнні нових видів продукції або вдосконаленні технології виробництва. Найпоширенішими програмами для моделювання процесів у металі при деформаційній та термічній обробці є такі: QForm, модуль Magics [4] програми Materialise, ANSYS, SOLIDWORKS.

Дослідженням впливу режимів деформації на пророблення структури готових виробів займалися багато видатних вчених у галузі прокатного виробництва та в галузі кувального виробництва [5, 6]. Інтенсифікація режимів деформації практично завжди позитивно позначається на проробленні внутрішніх ділянок виробів, що деформуються [7]. Для підвищення якості залізничних осей необхідно підвищувати деформаційну пророблюваність чернкової осі при ГПД.

Необхідно розробити модель розрахунку зміни фізико-механічних властивостей при ГПД осі по перерізу. На даному етапі завданням досліджень була розробка моделі розрахунку розподілу фізико-механічних властивостей

сталі для залізничних осей при ГПД на 50% по перерізу циліндричних зразків (124,9ммхØ31мм) в програмі QForm та фактично проведено деформацію зразків в лабораторних умовах на універсальній випробувальній машині.

На платформі QForm проводилось моделювання експерименту процесу гарячої пластичної деформації (ГПД) на 50% циліндричних зразків (124,9ммхØ31мм) лабораторних осьових плавки для зміни морфології литої структури. Фактичний хімічний склад представлений в таблиці 1.

Таблиця 1 – Фактичний хімічний склад лабораторної осьової плавки

C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Al	Cu	V	Ti
0,59	0,31	0,73	0,057	0,087	0,008	0,01	0,141	0,002	0,002

В якості вихідних умов задавалися типи операцій – розрахунок термопружно-пластична задача. Побудова геометрії зразка проводилося в програмі КОМПАС. Креслення експортувалося в форматі *.stp в QForm. Температура деформації встановлена 1250°C. Показано процес зміни інтенсивності напруження в матеріалі при ГПД, середнє напруження та пластична деформація (рисунок 1).

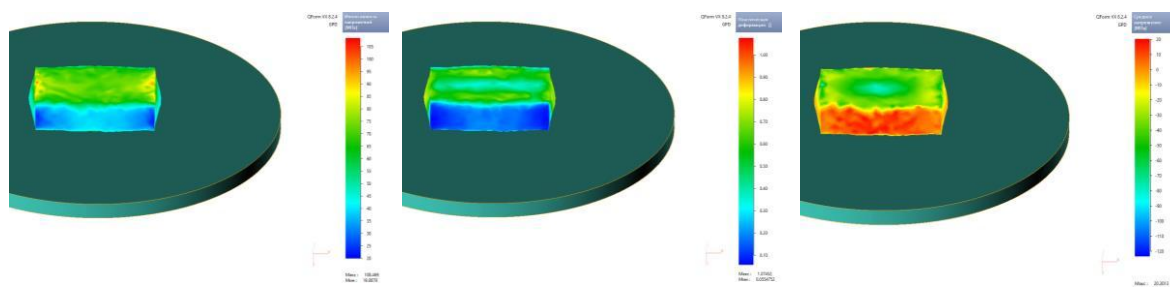


Рисунок 1 – Моделювання гарячої пластичної деформації проби з лабораторного злитка сталі для залізничних осей в робочому просторі QForm

На підставі даного моделювання отриманні результати по інтенсивності напруження, які склали близько 45-50 МПа, та розподіл напруження по зразку дослідної сталі для залізничних осей, які склали близько 40-50 МПа в області контакту з інструментом та близько 10-15 МПа в безконтактній області.

В результаті моделювання були отримані функції: величина деформації в напрямку прикладеної сили, поділена на початкову довжину матеріалу. Отримано коефіцієнт подовження матеріалу з фактичним хімічним складом при температурі $1250 \pm 10^\circ\text{C}$, яка склала 0,32. Отримано фізичну величину, яка представляє силу на одиницю площі в оточенні матеріальної точки на реальній поверхні або зображенні суцільного середовища. Отримано рівномірність напружень в безконтактній області близько 44,76 МПа.

При порівнянні значень навантаження, що було застосовано при ГПД в лабораторних умовах і в результатів розрахунків з використанням розробленої моделі встановлено, що вони мають близькі значення близько 45 МПа. Цим підтверджується адекватність отриманої моделі.

В подальшому отримані результати будуть використані про розробці моделі розрахунку зміни фізико-механічних властивостей металу залізничної осі при розробці перспективних способів та режимів її ГПД.

ВИСНОВОК

Проведено моделювання гарячої пластичної деформації на 50% лабораторного осьового злитку при температурі $1250 \pm 10^\circ\text{C}$ з хімічним складом 0,59%С, 0,31% Si, 0,73%Mn. Визначено коефіцієнт подовження матеріалу, який склав 0,32.

Література

1. Школьник Л.М. Повышение прочности осей подвижного состава / Л.М. Школьник. – М.: Транспорт, 1964. – 224 с.
2. Safronova O., Podolskyi R., Domina K. Hereditary influence of the initial structural state on the quality of rail axes. The 19 International students scientific conference "Engineer of the Third Millennium". 2020. №19. С. 32–33. DOI: 10.13140/RG.2.2.24462.38728
3. Кундас С.П., Кашко ТА. Компьютерное моделирование технологических систем: Учеб. пособ. в 2 ч. Ч 1. Ми.: БГУИР, 2002. 164 с.
4. Аджамский С. В., Кононенко А. А., Подольский Р. В. Симуляция влияния остаточных напряжений и параметров SLM-технологии на формирование области границ изделия из жаропрочного никелевого сплава inconel 718. Матеріали міжнародної науково-технічної конференції «Інформаційні технології в металургії та машинобудуванні» Днепр, 2020, С. 4–6. DOI: <https://doi.org/10.34185/1991-7848.itmm.2020.01.001>.

5. Чекмарёв А. П. Теория прокатки крупных слитков / А. П. Чекмарёв, В. Л. Павлов, В. И. Мелешко, В. А. Токарев. – М.: Металлургия, 1968. – 252 с.
6. Дзугутов М. Я. Пластическая деформация высоколегированных сталей и сплавов / М. Я. Дзугутов. – М.: Металлургия, 1977. – 480 с.
7. Babachenko O. I., Diomina K. H., Kononenko H. A., Podolskyi R. V. Analysis of the influence of deformation working of a continuous billet on macro- and microstructure of structural steel (review). *Physical Metallurgy and Heat Treatment of Metals*. 2020. 91, №4. P. 17-29. DOI: <https://doi.org/10.30838/J.PMHTM.2413.241120.17.687>

INVESTIGATION OF HOT PLASTIC DEFORMATION OF LABORATORY AXIAL FLOATS

Babachenko Oleksandr, Kononenko Ganna, Domina Katerina,
Podolskyi Rostislav, Safronova Olena

Abstract. A review of research in the field of modeling experiments on heat treatment and pressure treatment of metal and the impact on the physical and mechanical properties of steel with a chemical composition of 0.59% C, 0.31% Si, 0.73% Mn. A mathematical model for calculating the physical and mechanical properties of steel in the process of hot plastic deformation has been developed and prospects for further development of research in this area have been identified. As a result of modeling, the following functions were obtained: the amount of deformation in the direction of the applied force divided by the initial length of the material. The coefficient of elongation of the material with the actual chemical composition at a temperature of 1250 ± 10 ° C, which was 0.32. When comparing the values of the load that was applied to the GPA in the laboratory and the results of calculations using the developed model, it was found that they have close values of about 45 MPa. This confirms the adequacy of the obtained model.

Keywords: modeling, stress, geometry, axis, melting, physical and mechanical properties.

References

1. Sterin I.S. /Mashinostroitelnyie materialyi. Osnovyi metallovedeniya i termicheskoy obrabotki/Uch. Posobie. – SPb.: Politehnika, 2003.-344 s. ISBN 5-7325-0636-5

2. Safronova O., Podolskyi R., Domina K. Hereditary influence of the initial structural state on the quality of rail axes. The 19 International students scientific conference "Engineer of the Third Millennium". 2020. №19. S. 32–33. DOI: 10.13140/RG.2.2.24462.38728
3. Kundas S.P., Kashko TA. Komp'juternoe modelirovanie tehnologicheskikh sistem: Ucheb, posob. v 2 ch. Ch 1. Mi.: BGUIR, 2002. 164 s.
4. Adzhamskij S. V., Kononenko A. A., Podol'skij R. V. (2020). Simuljacija vlijanija ostatochnyh naprjazhenij i parametrov SLM-tehnologii na formirovanie oblasti granic izdelija iz zharoprochnogo nikeljevogo splava inconel 718. Materiali mizhnarodnoï naukovo-tehnicnoï konferencii «Informacijni tehnologii v metalurgii ta mashinobuduvanni» Dnepr, S. 4–6. DOI: <https://doi.org/10.34185/1991-7848.itmm.2020.01.001>
5. Chekmarjov A. P. Teorija prokatki krupnyh slitkov / A. P. Chekmarjov, V. L. Pavlov, V. I. Meleshko, V. A. Tokarev. – M.: Metallurgija, 1968. – 252 s.
6. Dzugutov M. Ja. Plasticheskaja deformacija vysokolegirovannyh stalej i splavov / M. Ja. Dzugutov. – M.: Metallurgija, 1977. – 480 s.
7. Babachenko O. I., Diomina K. H., Kononenko H. A., Podolskyi R. V. Analysis of the influence of deformation working of a continuous billet on macro- and microstructure of structural steel (review). Physical Metallurgy and Heat Treatment of Metals. 2020. 91, №4. P. 17-29. DOI: <https://doi.org/10.30838/J.PMHTM.2413.241120.17.687>